



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE BIOFÍSICA

**“REDUCCIÓN DEL NÚMERO DE ORGANISMOS DE
DESCOMPOSICIÓN DEL *RUBUS GLAUCUS BENTH* (MORA DE
CASTILLA) Y *FRAGARIA ANANASSA* (FRUTILLA) PRODUCIDAS
EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO, UTILIZANDO UN
ACELERADOR DE ELECTRONES”**

Trabajo de titulación:

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

BIOFÍSICO

AUTORES:

FERNANDA MARIBEL LEMA LONDO

LUIS FERNANDO CUSHQUICULLMA COLCHA

DIRECTOR: Dr. Richard Pachacama

Riobamba – Ecuador

2020

©2020, Fernanda Maribel Lema Londo y Luis Fernando Cushquicullma Colcha.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, Fernanda Maribel Lema y Luis Fernando Cushquicullma Colcha, declaramos que el trabajo de titulación presentado es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 20 de febrero de 2020.



Fernanda Maribel Lema Londo
C.I 060463841-1






Luis Fernando Cushquicullma Colcha
C.I 060407025-0

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE BIOFÍSICA

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de investigación: Tipo Experimental **“REDUCCIÓN DEL NÚMERO DE ORGANISMOS DE DESCOMPOSICIÓN DEL *RUBUS GLAUCUS BENTH* (MORA DE CASTILLA) Y *FRAGARIA ANANASSA* (FRUTILLA) PRODUCIDAS EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO, UTILIZANDO UN ACELERADOR DE ELECTRONES”**, de responsabilidad de **Fernanda Maribel Lema Londo** y **Luis Fernando Cushquicullma Colcha**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Mat. Luis Marcelo Cortez Bonilla		2020-02-20
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		
Dr. Richard Williams Pachacama Choca		2020-02-20
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		
Biof. Miguel Ángel Sáez Paguay		2020-02-20
MIEMBRO DEL TRIBUNAL		

DEDICATORIA

A Dios, por saber guiar mi camino salir adelante en los peores momentos y ser parte fundamental en mi vida, a mi madre que es una mujer amorosa, comprensiva y luchadora que ha sabido inculcarnos valores y ha sabido ser motor principal en mi familia, a cada uno de mis hermanos por brindarme su total apoyo, muchas veces ocupando el papel de padre, a mi padre por haberme dado la vida y estar presente, a mi familia en general, por el apoyo incondicional, por compartir buenos y malos momentos.

A todos mis amigos que son parte de todo mi caminar de vida en especial a Luis Marín, Iván Martínez, Ricardo Moran y Luis Cushquicullma a mis profesores, gracias por su tiempo, sus consejos, su apoyo, sus valores, su sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

Fernanda

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos que son el motor principal de mi vida, sobre todo mi madre que es una mujer amorosa, luchadora y valiente que supo ser amiga y ha luchado para que salgamos adelante, a cada una de las personas que son parte en mi vida y me han acompañado durante este arduo camino para convertirme en un profesional, a todos mis amigos que son parte importante de mi vida por acompañarme día a día en este caminar, a mis profesores, gracias por su tiempo y su sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

Luis

AGRADECIMIENTO

Nuestros más sinceros agradecimientos primero a Dios por protegernos durante todo nuestro camino y darnos fuerzas para superar los obstáculos que se nos han presentado a lo largo de nuestras vidas.

A cada uno de nuestros padres por el esfuerzo y apoyo incondicional, que con su ejemplo nos han enseñado a no rendirnos ante nada y siempre ser perseverantes.

Al Dr. Richard Pachacama por su apoyo, paciencia, sabiduría y tiempo brindado en este trabajo de titulación y a todos nuestros profesores que son parte primordial en nuestras vidas, a cada uno de ellos gracias por todas las enseñanzas brindadas.

Fernanda

Luis

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	1
1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	2
1.1. Antecedentes	2
1.2. Identificación del problema.....	3
1.3. Justificación	4
1.4. Objetivos	5
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	5
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i>	5
1.5. Marco Teórico	5
1.5.1. <i>Rubus Glaucus Benth</i>	5
1.5.2. <i>Cosecha y post-cosecha</i>	7
1.5.3. <i>Composición nutricional</i>	8
1.6. <i>Fragaria Ananassa</i>	9
1.6.1. <i>Cosecha y post- cosecha</i>	11
1.6.2. <i>Composición nutricional</i>	12
1.7. Radiaciones ionizantes.....	12
1.7.1. <i>Aceleradores lineales de electrones</i>	12
1.7.2. <i>Electrones</i>	14
1.7.3. <i>Interacción de los electrones acelerados con la materia</i>	14
1.8. Irradiación de alimentos.....	14
1.8.1. <i>Efectos de la irradiación de alimentos</i>	15
1.8.2. <i>Cambios en el contenido nutricional</i>	16
1.8.3. <i>Alteraciones de las características organolépticas</i>	17
1.9. Ventajas y desventajas de la irradiación.....	17

2.	MARCO METODOLÓGICO	18
2.1.	Tipo de investigación por su alcance:	18
2.2.	Diseño de la investigación.....	18
2.3.	Diseño experimental.....	19
2.4.	Población de estudio/ muestra.....	19
2.5.	Técnicas de recolección de datos.....	19
2.6.	Materiales y equipos	20
2.7.	Metodología	21
2.7.1.	<i>Análisis microbiológicos de Rubus Glaucus Benth y Fragaria Ananassa</i>	<i>21</i>
2.7.2.	<i>Análisis bromatológicos</i>	<i>23</i>
2.7.3.	<i>Análisis complementarios de Rubus Glaucus Benth y Fragaria Ananassa</i>	<i>25</i>
3.	MARCO DE RESULTADOS.....	26
3.1.	Análisis de Resultados.....	26
3.1.1.	<i>Análisis físico de Rubus Glaucus Benth</i>	<i>26</i>
3.1.2.	<i>Análisis físico en Fragaria Ananassa</i>	<i>27</i>
3.1.3.	<i>Análisis microbiológico en Rubus Glaucus Benth</i>	<i>27</i>
3.1.4.	<i>Análisis microbiológico en Fragaria Ananassa</i>	<i>28</i>
3.1.5.	<i>Análisis bromatológico en Rubus Glaucus Benth</i>	<i>28</i>
3.1.6.	<i>Análisis Complementario en Rubus Glaucus Benth</i>	<i>29</i>
3.1.7.	<i>Análisis bromatológico en Fragaria Ananassa</i>	<i>30</i>
3.1.8.	<i>Análisis físico de Rubus Glaucus Benth</i>	<i>32</i>
3.1.9.	<i>Análisis físico en Fragaria Ananassa</i>	<i>33</i>
3.1.10.	<i>Análisis microbiológicos en Rubus Glaucus Benth posterior a irradiación.</i>	<i>33</i>
3.1.11.	<i>Análisis microbiológicos en Fragaria Ananassa con dosis de tratamiento</i>	<i>36</i>
3.1.12.	<i>Análisis bromatológico en Rubus Glaucus Benth posterior al tratamiento</i>	<i>38</i>
3.1.13.	<i>Análisis Complementario en Rubus Glaucus Benth posterior al tratamiento</i>	<i>39</i>
3.1.14.	<i>Análisis bromatológico en Fragaria Ananassa posterior al tratamiento</i>	<i>41</i>
3.1.15.	<i>Análisis Complementario en Fragaria Ananassa posterior al tratamiento</i>	<i>43</i>
3.1.16.	<i>Análisis sensorial Fragaria Ananassa</i>	<i>45</i>
3.1.17.	<i>Análisis sensorial Rubus Glaucus Benth.....</i>	<i>48</i>
3.2.	Discusión de resultados.....	50
	CONCLUSIONES.....	53
	RECOMENDACIONES	54
	GLOSARIO	

BIBLIOGRAFÍA
ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Propiedades nutricionales del <i>Rubus Glaucus Benth.</i>	9
Tabla 2-2:	Composición nutricional de <i>Fragaria Ananassa.</i>	12
Tabla 3-2:	Niveles de dosis de irradiación expresados en kGy y sus efectos.	16
Tabla 4-2:	Ventajas y desventajas de la irradiación de alimentos.....	17
Tabla 1-3:	Peso de muestras en <i>Rubus Glaucus Benth</i> previo tratamiento.	26
Tabla 2-3:	Pesos de muestras en <i>Fragaria Ananassa</i> previo tratamiento.	27
Tabla 3-3:	(UFC/g) en <i>Rubus Glaucus Benth.</i>	27
Tabla 4-3:	UFC/g en <i>Fragaria Ananassa.</i>	28
Tabla 5-3:	Porcentaje de ceniza en <i>Rubus Glaucus Benth.</i>	29
Tabla 6-3:	Porcentaje de proteína en <i>Rubus Glaucus Benth.</i>	29
Tabla 7-3:	Porcentaje de vitamina C en <i>Rubus Glaucus Benth.</i>	30
Tabla 8-3:	Porcentaje de azúcares totales en <i>Rubus Glaucus Benth.</i>	30
Tabla 9-3:	Porcentaje de ceniza en <i>Fragaria Ananassa.</i>	31
Tabla 10-3:	Porcentaje de proteína en <i>Fragaria Ananassa.</i>	31
Tabla 11-3:	Porcentaje de vitamina c en <i>Fragaria Ananassa.</i>	31
Tabla 12-3:	Porcentaje de azúcares totales en <i>Fragaria Ananassa.</i>	32
Tabla 13-3:	Pesos de muestras en <i>Rubus Glaucus Benth</i> posterior al tratamiento.....	33
Tabla 14-3:	Pesos de muestras en <i>Fragaria Ananassa</i> posterior al tratamiento.	33
Tabla 15-3:	Muestra irradiada con dosis de 0.3 kGy en <i>Rubus Glaucus Benth.</i>	34
Tabla 16-3:	Muestra irradiada con dosis de 0.4 kGy en <i>Rubus Glaucus Benth.</i>	34
Tabla 17-3:	Muestra irradiada con dosis de 0.5 kGy en <i>Rubus Glaucus Benth.</i>	35
Tabla 18-3:	Muestra irradiada con dosis de 0.3 kGy en <i>Fragaria Ananassa.</i>	36
Tabla 19-3:	Muestra irradiada con dosis de 0.4 kGy en <i>Fragaria Ananassa.</i>	36
Tabla 20-3:	Muestra irradiada con dosis de 0.5 kGy en <i>Fragaria Ananassa.</i>	37
Tabla 21-3:	Porcentaje de ceniza en <i>Rubus Glaucus Benth.</i>	38
Tabla 22-3:	Porcentaje de proteína en <i>Rubus Glaucus Benth.</i>	39
Tabla 23-3:	Porcentaje de Vitamina C en <i>Rubus Glaucus Benth.</i>	39
Tabla 24-3:	Porcentaje de ART en <i>Rubus Glaucus Benth.</i>	40
Tabla 25-3:	Porcentaje de ceniza en <i>Fragaria Ananassa.</i>	41
Tabla 26-3:	Porcentaje de proteína en <i>Fragaria Ananassa.</i>	42
Tabla 27-3:	Porcentaje de Vitamina C en <i>Fragaria Ananassa.</i>	43
Tabla 28-3:	Porcentaje de Azúcares reductores totales en <i>Fragaria Ananassa.</i>	44
Tabla 29-3:	Niveles de sabor en <i>Fragaria Ananassa.</i>	45
Tabla 30-3:	Niveles de olor en <i>Fragaria Ananassa.</i>	46

Tabla 31-3:	Niveles de color en <i>Fragaria Ananassa</i>	47
Tabla 32-3:	Niveles de sabor en <i>Rubus Glaucus Benth.</i>	48
Tabla 33-3:	Color en <i>Rubus Glaucus Benth.</i>	50
Tabla 34-3:	Análisis microbiológicos en <i>Rubus Glaucus Benth.</i>	51
Tabla 35-3:	Análisis microbiológicos en <i>Fragaria Ananassa</i>	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Plantación de mora de castilla, Sector San Luis.....	6
Figura 2-1:	Planta de <i>Rubus Glaucus Benth</i>	7
Figura 3-1:	Plantaciones de <i>Fragaria Ananassa</i> - sector Shuyo.....	9
Figura 4-1:	Fruto de <i>Fragaria Ananassa</i> - Sector S. Luis	10
Figura 5-1:	Esquema de aceleración de electrones.	13

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1-3:	Eliminación de organismos a diferentes dosis.....	35
Grafico 2-3:	Eliminación de organismos en <i>Fragaria Ananassa</i> a diferentes dosis.....	37
Grafico 3-3:	Porcentaje de ceniza en <i>Rubus Glaucus Benth.</i>	38
Grafico 4-3:	Porcentaje de proteína en <i>Rubus Glaucus Benth.</i>	39
Grafico 5-3:	Porcentaje de Vitamina C en <i>Rubus Glaucus Benth.</i>	40
Grafico 6-3:	Porcentaje de ART en <i>Rubus Glaucus Benth.</i>	41
Grafico 7-3:	Porcentaje de ceniza en <i>Fragaria Ananassa.</i>	42
Grafico 8-3:	Porcentaje de proteína en <i>Fragaria Ananassa</i>	43
Grafico 9-3:	Porcentaje de Vitamina C en <i>Fragaria Ananassa.</i>	44
Grafico 10-3:	Porcentaje de Azúcares reductores totales en <i>Fragaria Ananassa</i>	45

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE *RUBUS GLAUCUS BENTH* Y
FRAGARIA ANANASSA

ANEXO B: ESTERILIZACIÓN DE MATERIALES.

ANEXO C: PREPARACIÓN DE LA DISOLUCIÓN Y CULTIVO DE AEROBIOS,
MOHOS Y LEVADURAS; SALMONELLA, ECHERICHIA COLI.

ANEXO D: ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS Y COMPLEMENTARIOS.

ANEXO E: ANÁLISIS SENSORIALES.

ANEXO F: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN POR CALORIMETRÍA NETZSCH DSC
204 F1 PHOENIX

RESUMEN

El presente trabajo tuvo por objetivo la reducción del número de organismos de descomposición de *Rubus Glaucus Benth* (mora de castilla) y *Fragaria Ananassa* (Frutilla) producida en la Provincia de Chimborazo, utilizando un acelerador de electrones, para lo cual se realizaron pruebas Físico - Químico antes y después de la irradiación ; la identificación de las características de las muestras se llevó a cabo mediante análisis microbiológicos, bromatológicos, complementarios, sensorial y análisis físico. Se aplicó la técnica de radapertización en las muestras utilizando dosis de 0.3, 0.4 y 0.5 kilogray (kGy) con sus respectivas muestras control a temperatura ambiente. Para el análisis se aplicó un diseño experimental de tipo 2^3 factorial, para determinar el número de corridas experimentales, dos factores con tres niveles cada uno, y tres repeticiones para evitar coincidencias y errores aleatorios dando como resultado una diferencia significativa entre los tratamientos aplicados a las muestras, donde se encontró que con esta técnica las dos variedades de frutos a dosis de 0.3 y 0.4 kGy hubo una reducción parcial de organismos de descomposición, mientras que 0.5 kGy se obtuvo una eliminación total de los organismos presentes en las muestras además el contenido nutricional no tuvo reducción significativa. Se recomienda no aumentar la dosis de 0.5 kGy ya que esta es suficiente para la eliminación total de organismos de descomposición en este tipo de frutos, una dosis superior puede causar quemaduras en los frutos.

Palabras clave: < RADAPERTIZACIÓN >, < ACELERADOR DE ELECTRONES >, < ORGANISMOS DE DESCOMPOSICIÓN>, < RADIACIÓN>, < DOSIS DE RADIACIÓN >, < GRAY >, < BROMATOLÓGICOS >, < MICROBIOLÓGICOS >.



ABSTRACT

The present work had as aim the reduction of the number of decomposition organisms of *Rubus Glaucus Benth* (blackberry) and *Fragaria Ananassa* (Strawberry) produced in the Province of Chimborazo, using an electron accelerator, for which Physical - Chemical tests were performed before and after irradiation; the identification of the samples characteristics was carried out through microbiological, bromatological, complementary, sensory, and physical analysis. It was applied the radapertization technique in the samples using doses of 0.3, 0.4 and 0.5 kilogray (kGy) with its respective control samples at room temperature. For the analysis an experimental design of type 2^3 factorial was applied, to determine the number of experimental runs, two factors with three levels each, and three repetitions to avoid coincidences and random errors resulting in a significant difference between the treatments applied to the samples, where it was found that with this technique the two varieties of fruits at doses of 0.3 and 0.4 kGy there was a partial reduction of decomposition organisms, while 0.5 kGy obtained a total elimination of the organisms present in the samples also the nutritional content had no significant reduction. It is recommended not to increase the dose of 0.5 kGy since this is sufficient for the total elimination of decomposition organisms in this type of fruit, a higher dose can cause burns in the fruits.

Keywords: <RADAPERTIZATION>, <ELECTRON ACCELERATOR>, <DECOMPOSITION ORGANISMS>, <RADIATION>, <RADIATION DOSE>, <BROMATOLOGICAL>, <MICROBIOLOGICAL>.



INTRODUCCIÓN

El uso de la radiación ionizante en los alimentos permite inhibir un gran porcentaje de organismos patógenos, que aceleran el proceso de descomposición de la materia orgánica, además de mejorar la sanidad del producto debido a su acción bactericida.

En varios países utilizan la técnica de irradiación de alimentos para mejorar la sanidad del producto, actualmente existe una gran demanda de alimentos naturales, principalmente de frutas por su valor nutricional y múltiples beneficios a la salud, ***Rubus Glaucus Benth*** (mora de castilla) y ***Fragaria Ananassa*** (Frutilla) son comercializadas a nivel local e internacional, pero son altamente perecibles y susceptibles a daños mecánicos durante su recolección y transporte, para lo cual se requiere la implementación de procedimientos que logren eliminar organismos patógenos y plagas, cumpliendo con las exigencias del mercado internacional, además de aumentar su tiempo de conservación, buscando ser un procedimiento rentable para los productores, existe interés por exportar frutas frescas a países demandantes como: Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Alemania, Francia, Austria, Italia, Holanda, Bélgica, y Japón; para llegar a estos países, deben cumplir con un sistema de eliminación de plagas y microorganismos patógenos además de estar acompañadas por certificados sanitarios de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (AGROCALIDAD)

El presente Trabajo de Titulación está enfocado a determinar una dosis adecuada de radiación para la eliminación de organismos de descomposición presentes en el ***Rubus Glaucus Benth*** (mora de castilla) y ***Fragaria Ananassa*** (frutilla) mediante la utilización de un acelerador de electrones sin alterar propiedades Físico – Químicas de estos productos. Este trabajo de titulación está estructurado por tres capítulos los cuales se detallan a continuación.

En el capítulo I se identifica el problema; se formula, delimita, y justifica la investigación; se detalla los objetivos generales y específicos. Marco teórico que se encuentra estructurado en base a diferentes contenidos encontrados en libros, revistas y sitios web especializados.

El capítulo II concierne al marco metodológico, donde se definirán las técnicas, métodos e instrumentos de investigación que se utilizaron.

El capítulo III corresponde al análisis de los resultados obtenidos en esta investigación, redacción de conclusiones y las recomendaciones de la presente investigación.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Antecedentes

Las tecnologías de las radiaciones ionizantes se utilizan en diferentes aplicaciones entre ellas tenemos industriales y médicas, en aplicaciones industriales tenemos que se utiliza en actividades como irradiación en alimentos, esterilización de insumos médicos y mejoramiento de propiedades en materiales, sabiendo que la irradiación de alimentos no ha sido desarrollada de manera industrial en el Ecuador.

Algunas investigaciones presentan resultados importantes como el desarrollado en 1995, donde se evaluó el “Efecto de la irradiación con electrones en huevos fértiles inoculados experimentalmente con salmonella enteritidis sobre la incubabilidad y desarrollo productivo”, en este trabajo se evaluó el efecto de 4 dosis de irradiación con electrones, para lo cual se dividieron en 6 grupos de tratamiento; 0.5 kGy, 1 kGy, 2 kGy, los mejores resultados se observaron a 2 kGy, que ayudó a inhibir el crecimiento de la salmonella (Serrano, 1995)

En 2013 el Campus Tecnológico y Nuclear, Instituto Superior técnico Sacavém-Portugal realizó la “Evaluación del potencial de la radiación gamma”, como un tratamiento de conservación para las frutas de mora, se evaluaron los parámetros de carga biológica, física antes de la irradiación con dosis de 0.5 kGy, 1 kGy, 1.5 kGy y 2mkGy, inmediatamente se evaluaron los parámetros de carga biológica, física resultando sin impacto importante en los atributos físicos y biológicos, por lo cual sugiere la realización de más estudios con dosis superiores para dilucidar las ventajas de la irradiación como tratamiento de conservación (M. Oliveiraa, 2013).

En 1985 la Escuela Politécnica Nacional realizó el “Empleo de la irradiación gamma para prolongar el período de comercialización de la frutilla”, Se investiga la utilización de la irradiación gamma en los frutos de fresa (*Fragaria Chiloensis*) para extender el período de comercialización de este producto. El tratamiento se aplica con dosis de 0.9 a 2.5 kGy y posterior almacenaje a 4°C, prolongando el tiempo de vida útil de la frutilla hasta 18 días después de la cosecha. Con este tratamiento se mantienen sin mayor cambio las propiedades organolépticas y nutritivas del fruto, se incluyen los análisis físicos, químicos y

microbiológicos, siendo la dosis 2.5 kGy la que mostro mejor resultados en la eliminación de microorganismos presentes en la frutilla (Miranda Grijalva, 1985).

1.2. Identificación del problema

Actualmente existe una gran demanda de alimentos naturales, principalmente de frutas por su valor nutricional y múltiples beneficios a la salud.

La *Rubus Glaucus Benth* es un fruto rico en hierro, ácidos grasos, vitaminas, minerales, hidratos de carbono y antioxidantes, por su aporte de nutrientes, sirve para tratar algunas enfermedades como artritis y anemia, en el Ecuador se reportan alrededor de 5000 hectáreas (ha) de producción de *Rubus Glaucus Benth*, que involucran de manera directa cerca de 15000 pequeños y medianos productores de la sierra (Viteri Pablo, Vásquez Wilson, Sotomayor, Andrea, 2016).

La *Fragaria Ananassa* son frutos ricos en: vitamina C, ácido ascórbico, lecitina y pectina, esta tiene propiedades antioxidantes que ayudan a disminuir el nivel de colesterol en la sangre, en el Ecuador la mayor producción está concentrada en la provincia de Pichincha que tiene 400 hectáreas cultivadas, le sigue la provincia de Tungurahua con 240 hectáreas y la provincia de Chimborazo con 70 hectáreas (MAG, 2017).

Estas frutas son comercializadas a nivel local e internacional, pero son altamente perecibles y susceptibles a daños mecánicos durante su recolección y transporte, para lo cual se requiere la implementación de procedimientos que logren eliminar microorganismos patógenos y plagas, cumpliendo con las exigencias del mercado además de aumentar su tiempo de conservación, buscando ser un procedimiento rentable para los productores, existe interés por exportar estas frutas frescas a países demandantes como: Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Alemania, Francia, Austria, Italia, Holanda, Bélgica, y Japón; para llegar a estos países, deben cumplir con un sistema de eliminación de plagas y microorganismos patógenos además de estar acompañadas por certificados sanitarios de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (AGROCALIDAD) (Viteri Pablo, Vásquez Wilson, Sotomayor, Andrea, 2016).

1.3. Justificación

El uso de la radiación ionizante permite inhibir un gran porcentaje de microorganismos patógenos que aceleran el proceso de descomposición de la materia orgánica además de mejorar la sanidad del producto, debido a su acción bactericida (Pereda, Juan A. Ordoñez, 2014).

Esta investigación se realiza para cumplir con los requisitos para la obtención del título de Biofísico, se cuenta con los conocimientos suficientes sobre radiaciones ionizantes y sus aplicaciones que fueron adquiridos durante el desarrollo de la malla curricular que ofrece esta carrera, además de haber realizado pasantías en investigación en áreas que involucran la aplicación de las radiaciones ionizantes en alimentos, se cuenta con la supervisión de una docente de la carrera que tiene conocimientos afines al tema.

Como estudiantes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) tenemos acceso a laboratorios y reactivos los cuales son necesarios para el cumplimiento de los objetivos de esta investigación, para realizar el proceso de irradiación se accederá al servicio del acelerador de electrones que ofrece la Escuela Politécnica Nacional (EPN), puesto que brinda servicio de irradiación a instituciones gubernamentales y usuarios en general.

La investigación en eliminación de organismos con electrones acelerados, no se ha realizado anteriormente, se tiene referencias de estudios realizados con radiación gamma emitida por una fuente de cobalto-60 (^{60}Co), por lo tanto, se pretende evaluar los efectos de los electrones acelerados en los alimentos, en este caso se utilizará *Rubus Glaucus Benth* y *Fragaria Ananassa* como productos a irradiar para aumentar la conservación de las mismas.

El Plan Nacional de Desarrollo Toda Una Vida plantea en su objetivo 6, el Desarrollar las capacidades productivas y del entorno para lograr la soberanía alimentaria y el buen vivir rural, en la política 6.3 señala impulsar la producción de alimentos suficientes y saludables, así como la existencia y acceso a mercados y sistemas productivos alternativos, que permitan satisfacer la demanda nacional con respeto a las formas de producción local y con pertinencia cultural. De acuerdo con este objetivo es de importancia la innovación en procedimientos para lograr productos seguros para el consumidor, por esto con la irradiación se produce reducción en el contenido de microorganismos patógenos, reduciendo la posibilidad de enfermedades provocadas por alimentos por contaminación bacteriana cumpliendo así con la soberanía alimentaria (PNBV, 2017).

1.4. Objetivos

1.4.1. *Objetivo General*

Reducir el número de organismos de descomposición del *Rubus Glaucus Benth* (mora de castilla) y *Fragaria Ananassa* (frutilla) producida en la Provincia de Chimborazo, utilizando un acelerador de electrones.

1.4.2. *Objetivos Específicos*

- Establecer las características del *Rubus Glaucus Benth* y *Fragaria Ananassa* mediante análisis físicos, microbiológicos, bromatológicos y sensoriales.
- Encontrar la dosis óptima para reducir el número de organismos de descomposición del *Rubus Glaucus Benth* y *Fragaria Ananassa*, de modo que no se alteren sus propiedades bromatológicas, físicas, complementarias y sensoriales.
- Establecer las características del *Rubus Glaucus Benth* y *Fragaria Ananassa* mediante análisis físicos, microbiológicos, bromatológicos, complementarios y sensoriales luego de haber aplicado la irradiación con el acelerador de electrones.
- Determinar los efectos de la irradiación en *Rubus Glaucus Benth* y *Fragaria Ananassa*.
- Determinar el costo beneficio de la técnica.

1.5. Marco Teórico

1.5.1. *Rubus Glaucus Benth*

El *Rubus Glaucus Benth* más conocido como mora, es una planta que posee un fruto con amplia gama de uso alimentario, pertenece a la familia Rosácea es originaria de las zonas tropicales de América; se encuentra principalmente en Ecuador, Colombia, Honduras, México, Estados Unidos, El Salvador, Panamá y Guatemala. (Salazar, 2012 pág. 21).

El *Rubus Glaucus Benth* posee algunas variedades, entre las más cultivadas en Ecuador se encuentran la mora de castilla y andimora, que son frutos que a pesar de pertenecer a la misma familia contienen aspectos y características únicas (Efecto del piso altitudinal sobre la calidad de mora (*Rubus glaucus benth*) en la región interandina del Ecuador, 2018).



Figura 1-1: Plantación de mora de castilla,

Sector San Luis

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019

El fruto es una baya elipsoidal de 15 a 25mm en el diámetro más ancho, su peso varía de 3 a 5 g, cuando se está formando es de color verde, pasando a rojo y luego a morado oscuro y brillante cuando madura, el fruto está formado por pequeñas drupas adheridas a un receptáculo que al madurar es blancuzco y carnoso, la maduración de este fruto es afectada por la temperatura, ya que incrementa la deshidratación por pérdida acelerada de agua, originando alteraciones tanto en el exterior como interior del fruto, así obteniendo una disminución en el peso del fruto (Bentham, 2012).

Existen varias razones por las cuales el fruto presenta una diversidad de colores una de las principales es que puede deberse a que las antocianinas dependen del pH mostrando su máxima expresión de color, en medios ácidos que en medios neutros o alcalinos; las antocianinas pueden pasar de rojo anaranjado en condiciones ácidas, al rojo intenso violeta en condiciones neutras y al rojo, púrpura, azul en condiciones alcalinas, el color que presente el fruto va a depender de la mezcla de antocianinas que se encuentran presentes en este tipo de plantas, en general la concentración de antocianinas en la mayoría de frutas y verduras va desde 0,1 hasta el 1% (Yugcha, 2018 págs. 37-38).

Este pequeño fruto es apto para la obtención de jugos, mermeladas, jaleas, néctares, repostería, helados y confitería, la producción de estos frutos es continua, una planta produce aproximadamente desde cuando tiene un año, hasta los 12 a 20 años de vida.

La producción de *Rubus Glaucus Benth* en la provincia de Chimborazo en el año 2005 presenta 275 hectáreas (ha) (Pablo, 2016).



Figura 2-1: Planta de *Rubus Glaucus Benth*

Fuente: (INIAP, 2013)

1.5.2. Cosecha y post-cosecha

Cosecha

Ocurre un año después de la siembra, el fruto está listo para ser cosechado después de su hinchamiento de yemas y floración, este proceso consiste en una selección individual de la fruta para poder sacarlo al mercado, esta práctica es muy complicada y laboriosa debido a que es una planta espinosa y los frutos no maduran de forma homogénea; se considera que solamente el 50% de la fruta cumplirá con los requisitos necesarios de calidad para la exportación y el otro 50% se destinará al mercado local o individual, la clasificación se la hace en función del tamaño, daño físico, daño por hongos o insectos (Delgado, 2012 págs. 51-52).

La cosecha de la mora se realiza durante todo el año, si se recolecta en estado inmaduro no alcanza las características de color y sabor, también se reduce notablemente el rendimiento por

no alcanzar el peso real en el óptimo estado de cosecha. En esta etapa es conveniente reducir al mínimo la manipulación con el fin de obtener frutas de mayor duración post –cosecha (Freire, 2012 pág. 12).

Esta actividad se realiza con intervalos de 6 y 8 días para desprender el fruto de su rama, se lo hace cuidadosamente para que el fruto no sufra daños por su manipulación, una de las normas generales menciona que se debe reducir la presión sobre el fruto de manera que el recipiente donde se recolecte debe ser más angosta que la base (Pèrez, 2011 pág. 33).

Post-cosecha

El producto, debe ser trasladado lo más pronto posible a la empacadora o centro de acopio, puntos de comercialización, registrando la recepción del producto, se debe realizar el proceso de selección del producto esto con el fin de separar aquellos elementos que no reúnan los requisitos necesarios de calidad y tratarlos diferenciadamente, también conocer las características de calidad que requiere, tanto el mercado nacional como internacional y los protocolos de post-cosecha que cada legislación internacional exija (Vizcaino, 2015).

1.5.3. Composición nutricional

Estos frutos en su mayoría poseen una gran fuente de sales minerales y vitaminas que constituyen un importante aporte nutricional, posee un bajo valor calórico, convirtiéndolo en un alimento beneficioso para el organismo, tiene propiedades desintoxicantes, es apropiada para prevenir problemas circulatorios y de piel, ayuda a evitar afecciones cardíacas, cuando el fruto está maduro contienen azúcares que son necesarios para limpiar el organismo, también es beneficioso para la prevención del cáncer (Montalvo, 2010). El principal contenido nutricional de la mora es: agua, fibra, Vitamina C, carotenoides.

Tabla 1-1: Propiedades nutricionales del *Rubus Glaucus Benth.*

Contenido nutricional	Ejemplo
Vitaminas	A, E y C
Minerales	Potasio, calcio, fósforo, hierro y sodio.
Otros	Agua, proteínas, carbohidratos, fibra, azúcares

Fuente: (Castilla, blogspot.com, 2013)

Realizado por: Lema Fernanda, 2019

1.6. *Fragaria Ananassa*

La *Fragaria Ananassa* más conocida como frutilla, pertenece a la familia rosácea, es una planta rastrera que se cultiva en zonas que tienen entre 1300 y 3600 metros sobre el nivel del mar, el tallo es herbáceo, tierno y flexible en el que salen los pecíolos que son largos y sostienen las hojas y flores. El fruto es de color rojo brillante y fragante que se obtiene de la planta que recibe su mismo nombre, puede ser consumida cruda o como mermelada, es empleada con fines medicinales ya que posee excelentes propiedades que ayudan a preservar la salud (Gutiérrez, 2009).



Figura 3-1: Plantaciones de *Fragaria Ananassa*- sector Shuyo.

Realizado por: Lema Fernanda, 2019

Se trata de un fruto falso formado por el receptáculo en el que se halla aquenios pequeños y de color claro en parte expuesto a la sombra y rojizo oscuro la expuesta al sol. Los aquenios se encuentran hundidos, superficiales o sobresalientes de la pulpa y son muy o poco numerosos, los aquenios sobresalientes aumentan la resistencia de la superficie, pero durante el proceso de limpieza del fruto se desprenden muchos de ellos, generalmente el consumidor prefiere el fruto con menor cantidad de aquenios ya que estos pueden quedarse entre los dientes al ser mordidos (CONSERVATION OF STRAWBERRY (*Fragaria x ananassa* Duch cv. Camarosa) BY EDIBLE COATING APPLICATION OF SABILA GEL MUCILAGE (*Aloe barbadensis* Miller) AND CARNAUBA WAX, 2010).

La parte central del fruto llamada corazón puede estar poco o bien desarrollada, el fruto puede ser de varias formas, según el cultivo puede tener formas como: cónico, cónico – alargado, cónico – redondeado, esferoidales, oblatos, pueden llegar a tener forma de riñón.

La mayor producción está concentrada en la provincia de Pichincha que tiene 400 hectáreas cultivadas, le sigue la provincia de Tungurahua con 240 hectáreas y la provincia de Chimborazo con 70 hectáreas (INIAP, 2016).



Figura 4-1: Fruto de *Fragaria Ananassa*- Sector S. Luis

Realizado por: Lema Fernanda, 2019

1.6.1. Cosecha y post- cosecha

Cosecha

Esta actividad se la realiza de 3 a 4 meses desde la siembra, las frutillas son las más dulces cuando están completamente maduras en la planta. Es mejor dejarlos en la planta por un día o dos hasta que se pongan rojos. Durante la recolección de estos frutos, se debe tener cuidado ya pueden sufrir daños mecánicos por manipulación, para la cosecha corte el tallo justo por encima del fruto para eliminarlos de la planta, almacene los frutos recolectados en un lugar fresco lejos de la luz solar, como por ejemplo un refrigerador inmediatamente después de recogerlas para aumentar el tiempo de almacenamiento (Duchesne, 2012).

La fruta es altamente delicada y perecedera con vida útil de 2 a 3 días a temperatura ambiente y es vulnerable a la descomposición posterior a la cosecha debido a su alta tasa de respiración, estrés ambiental y ataques patógenos, son problemas graves que causan pérdidas sustanciales de productos frescos cada año, causando una pérdida económica para los productores de esta fruta (Villegas, 2017).

La cosecha de este fruto se realiza en la mañana, antes de que la temperatura de las frutas aumente y se ablanden, este tipo de factores dan lugar a largas horas de trabajo durante el periodo de cosecha.

Post-cosecha

Las frutillas después de su cosecha, pueden ser consumidas frescas o pueden ser conservadas por congelación, deshidratación y enlatado, el objetivo principal del control de hongos durante la post- cosecha es frenar el desarrollo de las infecciones iniciadas en el campo debido a que no se aplican fungicidas en post-cosecha es muy importante el enfriamiento inmediato, el almacenamiento 0°C y la utilización de atmosferas modificadas, las enfermedades principales que atacan al fruto durante la post-cosecha son *Botrytis cinérea* *Rhizopus stolonifer*, *Phytophthora cactrum* y *penicilium* ssp (Mora, 2010 pág. 82), después de la cosecha se debe realizar varios factores para conservar este fruto todo esto incluye desde el manejo hasta el empaquetado y transporte del producto.

1.6.2. Composición nutricional

El principal contenido nutricional de *Fragaria Ananassa* por cada 100g es vitaminas y minerales, tiene propiedades antioxidantes que ayuda a disminuir el nivel de colesterol en la sangre (Borquez, 2012).

Tabla 2-1: Composición nutricional de *Fragaria Ananassa*.

Tipo	Nutriente
Próximas	Agua, Energía, Proteína, Ceniza, Lípidos, Carbohidrato, Fibra, Azúcares Fructosa, sacarosa, glucosa.
Minerales	Calcio, Hierro, Magnesio, Fosforo, Potasio, Sodio, Zinc, Cobre, Manganese, Selenio.
Vitaminas	C, Tiamina, Riboflavina, Niacina, Ácido pantoténico, B6, Folato, Betaína, B12, E.

Fuente: (Borquez, 2012).

Realizado por: Lema Fernanda, 2019

1.7. Radiaciones ionizantes

Son radiaciones con energía suficiente para ionizar la materia, extrayendo los electrones de sus estados ligados al átomo. Este tipo de radiación puede provenir de sustancias radiactivas, que emiten radiación de forma espontánea, o de generadores artificiales, tales como los generadores de rayos X y aceleradores de partículas.

1.7.1. Aceleradores lineales de electrones

Los electrones necesarios para la aplicación industrial de irradiación de alimentos son generados por aceleradores de electrones, este consta de un filamento caliente que emite electrones dentro de una cámara evacuada, luego un potencial eléctrico positivo atrae estos electrones y los concentra para producir un haz angosto.

El paso final involucra el paso del haz a través de los polos de un electroimán con un campo magnético variable que causa que el haz de electrones se desplace de lado a lado, este haz es dirigido hacia el alimento (Rodrigo tarté, 1998).

En los aceleradores de electrones, la microonda generada es puesta en una guía de onda cilíndrica lineal, en su interior posee discos con un pequeño orificio en la parte central de los mismos, estos discos forman cavidades a intervalos cuya longitud depende de la frecuencia de la microonda y de la velocidad que tendrían los electrones en esa parte de la guía de onda aceleradora, siendo más extensas las cavidades a medida que los electrones se aceleran más (Uzcátegui, 2001), mientras la onda electromagnética se encuentra dispersa en la guía de onda cilíndrica, la resonancia de microonda en las cavidades crea un campo eléctrico en el eje axial de la guía de onda, el cual es necesario para acelerar los electrones. En estas condiciones se inyectan electrones a una velocidad más o menos la mitad de la velocidad de la luz, los cuales bajo condiciones adecuadas de fase y frecuencia tienden agruparse en las crestas de la componente vectorial eléctrica de la onda viajera, en una corta trayectoria, los electrones alcanzan una tercera parte de la velocidad de la luz, y en ese momento casi todos los electrones se encuentran justo en la cresta de la componente vectorial eléctrica de la onda electromagnética que los lleva, y son acelerados en una segunda etapa, obteniendo un incremento de energía desde 25keV hasta obtener su energía nominal de 7MeV (Uzcátegui, 2001).

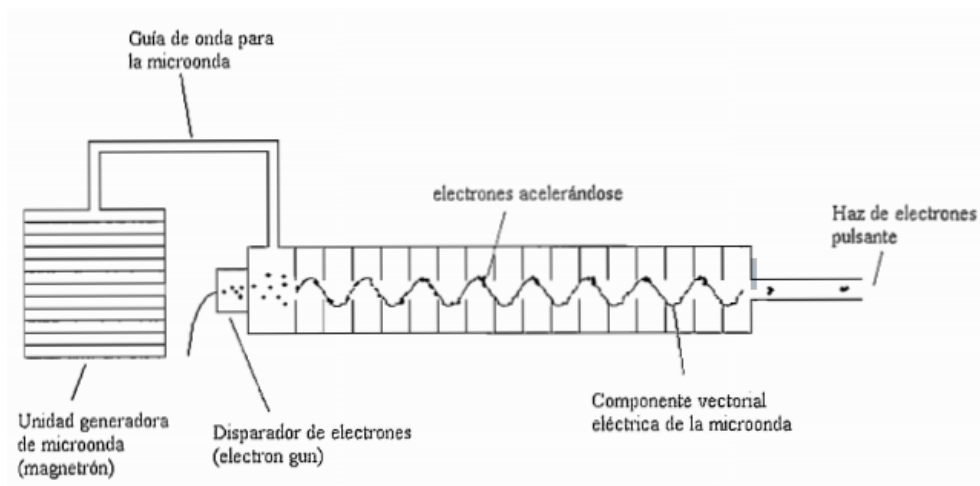


Figura 5-1: Esquema de aceleración de electrones.

Fuente: (Uzcátegui, 2001).

1.7.2. *Electrones*

De todas las partículas solo los electrones son tomados en cuenta en la aplicación de la irradiación de alimentos, ya que estos pueden ser fácilmente generados en grandes cantidades y tienen carga eléctrica, lo cual permite que puedan ser dirigidos y concentrados magnéticamente y que su energía sea controlada por campos electrostáticos, estas son las propiedades de los aceleradores de electrones (Rodrigo tarté, 1998).

Los electrones debido a que poseen masa y su poder de penetración es bajo, al ser acelerados adquieren cantidades muy altas de energía cinética, por lo cual les permite penetrar alimentos lo suficiente para ser de gran utilidad a la hora de irradiar alimentos para eliminar microorganismos o conservar su tiempo de vida (Rodrigo tarté, 1998).

1.7.3. *Interacción de los electrones acelerados con la materia*

Los electrones acelerados actúan principalmente mediante fuerzas de coulomb (eléctricas) entre ellos y los electrones de los átomos absorbentes, cuando chocan con electrones orbitales, estas fuerzas repulsivas ocasionan que estos últimos sean expulsados de su átomo de origen y que los primeros se desvíen de sus trayectorias. Como resultado de estas desviaciones, es difícil predecir la trayectoria de un electrón y su profundidad de penetración es menor que la verdadera longitud de su trayectoria, en estos tipos de colisiones, se transfiere energía del electrón incidente a los átomos contra los cuales choca, este proceso de transferencia de energía ocurre hasta que se disipa toda la energía cinética del electrón incidente y el electrón es capturado por un catión (CSN, 2013).

1.8. Irradiación de alimentos

La irradiación de alimentos es el método físico controlado para tratar alimentos utilizando radiaciones ionizantes. La energía que estos reciben es suficiente para romper enlaces químicos que provocan cambios en sus componentes y contaminantes, los alimentos irradiados pueden estar eléctricamente cargados (iones) o ser neutros (radicales libres), estos a su vez reaccionan

dando lugar a cambios en el producto irradiado al cual se lo conocen como radiolisis, Estas reacciones son las responsables de la destrucción de microorganismos, insectos y parásitos (Sendra, 2001 pág. 133).

El tratamiento de irradiación consiste en someter a los alimentos a dosis de radiaciones ionizantes utilizando fuentes radiactivas selladas, con propósitos industrial o investigativos, entre estos emisores radiactivos más utilizados son la radiación gamma, los rayos X y los electrones acelerados, a estos tipos de radiación se los conoce como radiaciones ionizantes y son aceptadas por organismos internacionales como el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), que realizan normas para una buena irradiación de alimentos (OIEA, 2010).

La dosis para la irradiación de alimentos se puede clasificar de la siguiente manera: irradiación a baja dosis (<1 kGy), a dosis medias (1-10 kGy) y a dosis grandes (10- 50 kGy), los productos alimenticios sometidos a este tipo de tratamiento con radiación ionizante de conformidad con la Norma general para los alimentos irradiados (CODEX STAN 106-1983).

1.8.1. Efectos de la irradiación de alimentos

Las radiaciones ionizantes destruyen o degradan el ADN o las proteínas de bacterias patógenas, la irradiación parece ser inocua para los alimentos, en el sentido de que no causa alteraciones tóxicas en sus compuestos, si producen subproductos peculiares, pero no se ha demostrado que provoquen efectos peligrosos (Beattie, 2010 pág. 5).

La radiactividad de un elemento no se puede modificar a voluntad, en el caso del acelerador de electrones, la exposición ha de durar varios minutos donde suele ajustarse la dosis y duración para eliminar al patógeno de mayor riesgo y con máxima probabilidad de hallarse en los alimentos.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha confirmado que ningún efecto indeseable, nutricional o tóxico, es originado con la irradiación de los productos alimenticios esta conclusión ha sido hecha pública por la OMS tras la reunión de un grupo de expertos para evaluar más de 200 estudios realizados sobre las consecuencias de la irradiación nuclear o ionización controlada de los alimentos con el objetivo de prolongar las fechas de consumo (OIEA, 2010).

Según los estudios llevados a cabo por la OMS y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) desde 1980 los alimentos irradiados por una dosis global de un máximo de

10kGy no presentan ningún riesgo toxicológico, ni ningún problema nutricional o microbiológico particular (ORTEGA, 1992).

Tabla 3-1: Niveles de dosis de irradiación expresados en kGy y sus efectos.

Dosis (kGy)	Efectos
Dosis baja (< 1 kGy)	Inhibición de la germinación.
	Retraso de la maduración.
	Esterilización de insectos, larvas y huevos.
Dosis media (1-10 kGy)	Radurización
	Reducción de los microorganismos alterantes.
	Reducción de los patógenos no esporulados.
Dosis alta (10-50 kGy)	Radapertización
	Esterilidad

Nota: La dosis máxima recomendada para alimentos es de hasta 15kGy.

Fuente: (La radiación a la mesa , 2009).

Realizado por: Fernanda, 2019

1.8.2. Cambios en el contenido nutricional

Los métodos de irradiación de alimentos suelen originar cierta pérdida de nutrientes, al igual que en otras reacciones químicas. Los cambios nutricionales dependen principalmente de la dosis de tratamiento, la composición de alimento y otros factores como la temperatura y presencia o ausencia de aire. A dosis pequeñas de (hasta 1 kGy) la pérdida de nutrientes de los alimentos es insignificante, a dosis medias (1-10 kGy) puede producirse cierta pérdida de vitaminas en los alimentos expuestos al aire durante la irradiación o el almacenamiento, a dosis elevadas (10 -50 kGy) la pérdida de vitaminas puede disminuir con ciertas medidas de protección, como la exclusión de aire durante el tratamiento y el almacenamiento (Salud, 1989 pág. 30).

Algunas vitaminas como la riboflavina, niacina y vitamina D son bastantes resistentes a la radiación, otras como las vitaminas A, B, E y K, se destruyen con más facilidad, apenas se conoce los efectos de la irradiación sobre los efectos en el ácido fólico, y los datos son contradictorios a los efectos de la irradiación en la vitamina C de las frutas y las hortalizas.

En análisis químicos y estudios de alimentación en animales se ha demostrado que el valor nutricional de las proteínas apenas se ve afectado por la irradiación, ni siquiera utilizando dosis elevadas (RODRIGUEZ, 2004).

1.8.3. Alteraciones de las características organolépticas

Si se utiliza una dosis adecuada, las propiedades pueden permanecer sin cambios; sin embargo, al aplicar dosis elevadas se puede producir cambios en el alimento como sabor, color y textura que pueden hacer al alimento inaceptable para el consumo. Las alteraciones organolépticas producidas por este tratamiento se presentan a dosis menores que las necesarias para producir alteraciones nutricionales, estas alteraciones pueden minimizarse irradiando el alimento envasado al vacío o en atmósferas modificadas, en estado congelado o en presencia de antioxidantes, una de las características principales de las alteraciones organolépticas es la aparición de un olor y sabor a radiación (Nutrinfo, 2000 pág. 3).

1.9. Ventajas y desventajas de la irradiación

A continuación, en la Tabla 4-1. Se describe algunas de las ventajas y desventajas de la irradiación de alimentos.

Tabla 4-1: Ventajas y desventajas de la irradiación de alimentos.

Ventajas	Desventajas
Se pueden utilizar en productos congelados	Produce algunos cambios organolépticos.
Dosis limitadas de irradiación.	Los radicales libres formados contribuyen con la oxidación de los alimentos que contengan lípidos, esto provoca rancidez oxidativa
Destrucción de insectos o parásitos	Puede romper las proteínas y destruir parte de las vitaminas como A,B,C y E.
Destrucción de microorganismos	Protección personal y del área de trabajo en la zona radiactiva.
Evita o reemplaza tratamientos	El nicho de mercado para productos irradiados es pequeño.

químicos	
----------	--

Fuente: (López, 2004 pág. 56)

Realizado por: Fernanda Lema

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Tipo de investigación por su alcance:

Con la finalidad de resolver el problema de investigación se aplicará dos tipos de investigación:

Exploratoria: Se pretende identificar los parámetros sensoriales, físicos, microbiológicos y bromatológicos, del *Rubus Glaucus Benth* y *Fragaria Ananassa*.

Descriptiva: Describe los pasos a seguir para una correcta recolección y proceso de irradiación del *Rubus Glaucus Benth* y *Fragaria Ananassa*.

2.2. Diseño de la investigación

Para obtener los resultados de la investigación se realizarán dos experimentos, uno para el *Rubus Glaucus Benth* y otro para la *Fragaria Ananassa*. Cada experimento se realizará en diferentes etapas: la primera será el establecimiento de una línea base, en una segunda etapa se realizará la irradiación de las muestras, en una tercera etapa se realizará la caracterización post irradiación. Posteriormente se llevará a cabo el análisis de los datos, la presentación e interpretación de resultados y en su última etapa se realizará la elaboración de un análisis Costo Beneficio de la técnica utilizada.

2.3. Diseño experimental

El presente estudio utilizó un diseño experimental de tipo 2^3 factorial, para determinar el número de corridas experimentales. Dos factores con tres niveles cada uno, y tres repeticiones para evitar coincidencias y errores aleatorios:

<u>FACTORES</u>	<u>NIVELES</u>	<u>RESPUESTA</u>
A. Dosis aplicada	a₁ 0.3 kGy	Cantidad de organismos de descomposición presentes.
	a₂ 0.4 kGy	
	a₃ 0.5 kGy	
B. Peso del fruto	b₁ mínimo	
	b₂ medio	
	b₃ máximo	

2.4. Población de estudio/ muestra

La población bajo estudio del presente trabajo, es la producción de frutos del tipo ***Rubus Glaucus Benth*** y ***Fragaria Ananassa***, según cifras de AGROCALIDAD el 100% de estos productos son Mora de Castilla y Frutilla. Por lo tanto, si obtenemos una muestra representativa de estos frutos, el estudio se podrá extender a toda la producción de ***Rubus Glaucus Benth*** y ***Fragaria Ananassa*** de la Provincia de Chimborazo. La población se la considera de tipo infinita ya que no es posible limitar la producción de la provincia.

2.5. Técnicas de recolección de datos

Los datos se recolectarán mediante lecturas de datos directas y se almacenarán en hojas de cálculos para su posterior análisis y presentación.

2.6. Materiales y equipos

Materiales

- Crisoles/Tapas
- Espátula
- Pinza universal.
- Erlenmeyer
- Vaso de precipitación de 250ml
- Mortero
- Pipeta de 5ml, 1ml, 10ml
- Pera de succión
- Reverbero
- Balones Kjeldahl de 800ml
- Buretas
- Probetas
- Barra de agitación
- Papel bond
- Tubos de ensayo

Equipos

- Aparato de digestión y destilación Macro Kjeldahl
- Balanza analítica
- Auto clave
- Licuadora

- Mufla a 550°C
- Plancha pre calcinadora
- Desecador con silicagel
- Balanza analítica

Reactivos

- H₂SO₄ concentrado
- NaOH al 50%
- Catalizador
- H₃BO₃ al 4%
- Zinc en lentejas
- HCl estandarizados 0.1N
- Licor de Fehling A y B
- Lugol
- Agua Destilada

2.7. Metodología

2.7.1. Análisis microbiológicos de *Rubus Glaucus Benth* y *Fragaria Ananassa*

Para el análisis microbiológico de *Rubus Glaucus Benth* y *Fragaria Ananassa* se realiza el mismo procedimiento para ambas frutas.

Inicialmente se realiza la esterilización de los materiales tubos de ensayo, pipetas, pinzas en el equipo denominado auto clave a una temperatura de 120°C, con una presión de 1.5 Pa durante 20 minutos.

- *Aerobios*

- Pesar 1 gr de muestra
- En un tubo de ensayo colocar 9 ml de agua destilada, homogenizar con la muestra obteniendo una disolución 10^1 .
- Tomar 1 ml de la disolución 10^1 colocar en un tubo de ensayo con 9 ml de agua destilada obteniendo una disolución 10^2 .
- Tomar 1ml de disolución 10^2 y colocar en un tubo de ensayo con 9 ml de agua destilada obteniendo una disolución 10^3 .
- Tomar 1ml de disolución 10^3 y colocar en las placas Petri film para aerobios.
- Incubar por 24 horas a una temperatura de 35°C .
- Realizar el conteo de colonias expresando en UFC/g.

- *Mohos y levaduras*

- Repetir el proceso de preparación de muestra para proceder a sembrar en la placa Petri film.
- Tomar 1 ml de disolución 10^3 y colocar en las placas Petri film para mohos y levaduras.
- Incubar por 24 horas a una temperatura de 35°C .
- Realizar el conteo de colonias expresando en UFC/g.

- *Salmonella*

- Repetir el proceso de preparación de muestra para proceder a sembrar en la placa Petri film Tomar 1 ml de disolución 10^3 y colocar en las placas Petri film para salmonella.
- Incubar por 48 horas a una temperatura de 35°C .
- Realizar el conteo de colonias expresando en UFC/g.

- *Escherichia Coli*

- Repetir el proceso de preparación de muestra para proceder a sembrar en la placa Petri film Tomar 1 ml de disolución 10^3 y colocar en las placas Petri film para Escherichia Coli.
- Incubar por 24 horas a una temperatura de 35°C .
- Realizar el conteo de colonias expresando en UFC/g

2.7.2. Análisis bromatológicos

- *Determinación de cenizas*

- Lavar los crisoles luego los introducimos en la mufla durante de 4 horas (h).
- Colocar los crisoles en el desecador durante 30 minutos (min), se procede a pesar los crisoles en la balanza analítica y se procede a registrar éste peso.
- Se pesa alrededor de 1 g de la muestra, previamente taramos la balanza con el crisol y se registra este peso.
- Se coloca los crisoles en la estufa y se lo mantiene hasta que las muestras se encuentren totalmente calcinadas.
- Se coloca los crisoles con la muestra calcinada en la mufla y a una temperatura de 550°C por de 24 h.
- Se saca los crisoles de la mufla y se los coloca en el desecador por 30 min como mínimo para su enfriamiento.
- Se procede a pesar los crisoles con la ceniza y se registra este peso.

Cálculo:

$$\% \text{ceniza} = \frac{(P_c + C) - (P_c)}{(P_c + M) - (P_c)} * 100$$

Donde:

M = Muestra

Pc = Peso del crisol

C = Cenizas

- *Determinación de proteína*

- Pesar en papel aproximadamente 1 g de muestra, se registra el peso del papel y la muestra
- Introducir la muestra en los tubos de Kjeldahl de 100 ml.
- Añadir 10 g de catalizador ($9 \text{ CuSO}_4 + 1 \text{ Na}_2\text{SO}_4$).
- Agregar 25 ml de H_2SO_4 en los tubos de Kjeldahl.
- Colocar los tubos en el equipo Kjeldahl encender el extractor de vapores.
- Dejar que se digiera la muestra aproximadamente 120 min.
- En matraces Erlenmeyer de 500ml colocar 100ml de H_3BO_3 al 4%.
- Trasladar los matraces Erlenmeyer con el H_3BO_3 al 4% al equipo de
- Abrir el grifo de agua que está conectado a los refrigerantes.
- Añadir 200 ml. de agua destilada en los tubos con la muestra digerida
- Agitar hasta que se disuelva completamente y colocarlo en balones de 800 ml
- Agregar en cada balón 2 pepas de zinc granulado.
- Procedemos a añadir muy cerca del equipo Kjeldahl los balones en los cuales colocamos 100 ml. de NaOH al 50% en cada balón.
- Colocar el balón de Kjeldahl a cada tapón de hule del equipo de destilación del aparato Kjeldahl, agitamos el balón para la homogeneización de las sustancias producto de la reacción.
- Prendemos los reverberos del equipo de destilación.
- Recolectamos 200 ml. De destilado, sacamos los matraces Erlenmeyer y ponemos de 2 a 3 gotas de indicador macro.
- Colocamos en la bureta el ácido clorhídrico 0.1N
- Realizamos la titulación y registramos la cantidad de HCl al 1N gastados en la titulación hasta que la muestra tome un color rosáceo.

Cálculo

$$\% P = \frac{\text{HCl } 0.1 \text{ N estandarizado} * 0.014 * 6.25 * \text{ml HCl } 0.1 \text{ Gastados}}{(\text{peso papel} + \text{muestra}) - (\text{peso papel})}$$

2.7.3. Análisis complementarios de *Rubus Glaucus Benth* y *Fragaria Ananassa*

- *Cuantificación de azúcares reductores*
 - Medir 5 ml de Fehling A y 5 ml de Fehling B
 - Colocar 40 ml de Agua destilada en el preparado de Fehling y llevar a ebullición.
 - Armar un equipo de Titulación
 - En la bureta colocar la muestra
 - Titular gota a gota
 - Terminada la operación se lee el volumen gastado

Cálculo

$$x = \frac{VF * Vol\ de\ disolución\ de\ muestra}{Gasto\ de\ muestra(ml)} * 100$$

- *Cuantificación Vitamina C*

Preparación del zumo de fruta

- Licuar la mora y frutilla.
- Filtrarlo a través de papel filtro.
- Poner en un Erlenmeyer de 100 ml:
 - 10 ml de zumo de fruta
 - 15 ml de agua destilada
 - 0,25 ml de HCl (15%)
 - 0,25 ml de almidón (1%) que actúa como indicador.
- Llenar la bureta con 15 ml de la disolución de yodo.
- Titular lentamente y agitando la disolución de zumo contenida en el Erlenmeyer, hasta que vire al azul.

Cálculo

$$\frac{\text{g}}{\text{L}} = 0,424 \times \frac{\text{Volumen yodo consumido}}{\text{volumen de la muestra}}$$

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS

Establecimiento de las características de *Rubus Glaucus Benth* y *Fragaria Ananassa* mediante análisis físicos, microbiológicos, bromatológicos, complementarios y sensoriales.

3.1. Análisis de Resultados

3.1.1. Análisis físico de *Rubus Glaucus Benth*

Tabla 1-3: Peso de muestras en *Rubus Glaucus Benth* previo al tratamiento.

Dosis(kGy)	Peso (g)
0	455,12 ± 0,1
0,3	455,13± 0,1
0,4	455,09± 0,1

0,5	455,13± 0,1
-----	-------------

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019

Se realizó el registro de pesos previo el procedimiento de irradiación para las diferentes dosis, donde la dosis 0 representa la muestra testigo como se muestra en la tabla 1-3.

3.1.2. Análisis físico en *Fragaria Ananassa*

Tabla 2-3: Pesos de muestras en *Fragaria Ananassa* previo al tratamiento.

Dosis (kGy)	Peso (g)
0	455,15± 0,1
0,3	455,12± 0,1
0,4	455,11± 0,1
0,5	455,13± 0,1

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019

Se realizó el registro de pesos de las muestras previo el procedimiento de irradiación para las diferentes dosis, donde la dosis 0 representa la muestra testigo como se muestra en la tabla 2-3.

3.1.3. Análisis microbiológico en *Rubus Glaucus Benth*

Tabla 3-3: (UFC/g) en *Rubus Glaucus Benth*.

Muestra testigo

Organismos presentes	UFC/g	S.E
Aerobios	20	1,5275
Mohos y levaduras	28	2
Salmonella	0	0
Escherichia Coli	13	1

Realizado por: Lema Fernanda, 2019

En *Rubus Glaucus Benth* se obtuvo 20 UFC/g de aerobios; en cuanto a mohos y levaduras tenemos 28 UFC/g; se presenta ausencia de Salmonella y en Escherichia Coli tenemos 13 UFC/g.

3.1.4. Análisis microbiológico en *Fragaria Ananassa*

Tabla 4-3: UFC/g en *Fragaria Ananassa*.

Muestra testigo		
Organismos presentes	UFC/g	S.E
Aerobios	15	1
Mohos y levaduras	15	2
Salmonella	0	0
Escherichia Coli	0	0

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019

En *Fragaria Ananassa* se obtuvo 15 UFC/g de aerobios; en cuanto a mohos y levaduras tenemos 15 UFC/g; se presenta ausencia de Salmonella y Escherichia Coli.

3.1.5. Análisis bromatológico en *Rubus Glaucus Benth*

- *Ceniza*

Tabla 5-3: Porcentaje de ceniza en *Rubus Glaucus Benth.*

Muestra testigo		
Calidad	% Ceniza	S.E
Alta	0,62536919	0,06730684
Media	0,61250196	0,05712945
Baja	0,61060033	0,05383803

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019

El porcentaje de ceniza de *Rubus Glaucus Benth* de alta calidad se registra con 0,62, de calidad media el porcentaje de ceniza es 0,61 y calidad baja tiene un porcentaje de ceniza de 0,61 como muestra la tabla 5-3.

- *Proteína*

Tabla 6-3: Porcentaje de proteína en *Rubus Glaucus Benth.*

Muestra testigo		
Calidad	% Proteína	S.E
Alta	9,67866826	0,04447623
Media	9,66798418	0,04367209
Baja	9,66767182	0,0455654

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019

El porcentaje proteico de *Rubus Glaucus Benth* de alta calidad es de 9,67, en calidad media es de 9,66 y de baja calidad es de 9,66 como muestra la tabla 6-3.

3.1.6. Análisis Complementario en *Rubus Glaucus Benth*

- *Vitamina C*

Tabla 7-3: Porcentaje de vitamina C en *Rubus Glaucus Benth.*

Muestra testigo		
Calidad	% Proteína	S.E
Alta	3,062222222	0,21589023
Media	3,062222222	0,08159884
Baja	3,062222222	0,21589023

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019

El porcentaje de vitamina C se mantiene para las diferentes calidades de *Rubus Glaucus Benth* como se detalla en la tabla 7-3.

- *Azúcares Reductores Totales (ART)*

Tabla 8-3: Porcentaje de azúcares totales en *Rubus Glaucus Benth.*

Muestra testigo		
Calidad	% ART	S.E
Alta	6,731715572	0,060712859
Media	6,720918157	0,134223844
Baja	6,735890815	0,067912308

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019

El porcentaje de azúcares totales en *Rubus Glaucus Benth* en las diferentes calidades se mantiene sin cambios apreciables como muestra la tabla 8-3.

3.1.7. Análisis bromatológico en *Fragaria Ananassa*

- *Ceniza*

Tabla 9-3: Porcentaje de ceniza en *Fragaria Ananassa*.

Muestra testigo		
Calidad	% Ceniza	S.E
Alta	0,38312387	0,02534877
Media	0,38206258	0,00612392
Baja	0,38206258	0,00612392

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019

El porcentaje de ceniza para *Fragaria Ananassa* se mantiene en las diferentes calidades.

- *Proteína*

Tabla 10-3: Porcentaje de proteína en *Fragaria Ananassa*.

Muestra testigo		
Calidad	% Proteína	S.E
Alta	0,38312387	0,02534877
Media	0,38206258	0,00612392
Baja	0,38206258	0,00612392

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019

El porcentaje proteico de *Fragaria Ananassa* se mantiene para todas las calidades evaluadas.

- *Vitamina c*

Tabla 11-3: Porcentaje de vitamina C en *Fragaria Ananassa*.

Muestra testigo		
Calidad	% Vitamina C	S.E

Alta	5,70044444	0,08159884
Media	5,70044444	0,08159884
Baja	5,70044444	0,08159884

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019

El porcentaje de vitamina C en las diferentes calidades de *Fragaria Ananassa* mantiene el mismo valor.

- *Azucares Reductores Totales (ART)*

Tabla 12-3: Porcentaje de azucares totales en *Fragaria Ananassa*.

Muestra testigo		
Calidad	% Vitamina C	S.E
Alta	5,70044444	0,08159884
Media	5,70044444	0,08159884
Baja	5,70044444	0,08159884

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019

El porcentaje de azucares reductores totales en *Fragaria Ananassa* se mantiene sin cambios para las diferentes calidades.

Establecimiento de características del *Rubus Glaucus Benth* y *Fragaria Ananassa* mediante análisis físicos, microbiológicos, bromatológicos, complementarios y sensoriales luego de aplicar irradiación con el acelerador de electrones.

3.1.8. Análisis físico de *Rubus Glaucus Benth*

Tabla 13-3: Pesos de muestras en *Rubus Glaucus Benth* posterior al tratamiento.

Dosis (kGy)	Peso
0	455,11 ± 0,1g
0.3	455,13± 0,1g
0.4	455,08± 0,1g
0.5	4,55,13± 0,1g

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019

Se pesa y registra las muestras en la tabla 13-3.

3.1.9. Análisis físico en *Fragaria Ananassa*

Tabla 14-3: Pesos de muestras en *Fragaria Ananassa* posterior al tratamiento.

Dosis (kGy)	Peso
0	455,15± 0,1g
0.3	455,11± 0,1g
0.4	455,11± 0,1g
0.5	455,13± 0,1g

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019

Se pesa y registra las muestras en la tabla 14-3.

3.1.10. Análisis microbiológicos en *Rubus Glaucus Benth* posterior a irradiación.

- Tratamiento con dosis de 0.3 kGy

Tabla 15-3: Muestra irradiada con dosis de 0.3 kGy en *Rubus Glaucus*
Benth.

Tratamiento con dosis de 0.3 kGy		
Organismos presentes	UFC/g	S.E
Aerobios	14	1
Mohos y levaduras	10	1
Salmonella	0	0
Escherichia Coli	7	1

Realizado por: Lema Fernanda, 2019

- *Tratamiento con dosis de 0.4 kGy*

Tabla 16-3: Muestra irradiada con dosis de 0.4 kGy en *Rubus Glaucus*
Benth.

Tratamiento con dosis de 0.4 kGy		
Organismos presentes	UFC/g	S.E
Aerobios	7	1
Mohos y levaduras	0	0
Salmonella	0	0
Escherichia Coli	3	1

Realizado por: Lema Fernanda, 2019

- *Tratamiento con dosis de 0.5 kGy*

Tabla 17-3: Muestra irradiada con dosis de 0.5 kGy en *Rubus Glaucus Benth.*

Tratamiento con dosis de 0.5 kGy		
Organismos presentes	UFC/g	S.E
Aerobios	0	0
Mohos y levaduras	0	0
Salmonella	0	0
Escherichia Coli	0	0

Realizado por: Lema Fernanda, 2019

- Gráfica de eliminación de organismos de descomposición en *Rubus Glaucus Benth* con sus respectivas dosis de tratamiento

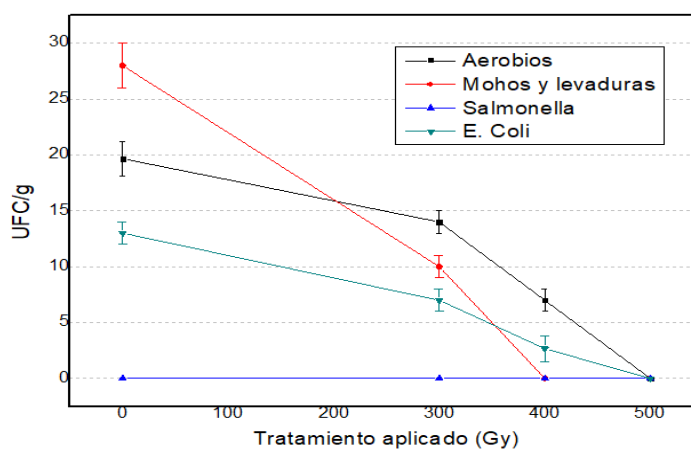


Gráfico 1-3: Eliminación de organismos a diferentes dosis.

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019

Mediante la gráfica 1-3 a una dosis de 0,5kGy se elimina por completo los organismos de descomposición presentes en *Rubus Glaucus Benth*

3.1.11. Análisis microbiológicos en *Fragaria Ananassa* con dosis de tratamiento

- *Tratamiento con dosis de 0.3 kGy*

Tabla 18-3: Muestra irradiada con dosis de 0.3 kGy en *Fragaria Ananassa*.

Tratamiento con dosis de 0.3 kGy		
Organismos presentes	UFC/g	S.E
Aerobios	1	0,57735027
Mohos y levaduras	2	0,70710678
Salmonella	0	0
Escherichia Coli	0	0

Realizado por: Lema Fernanda, 2019

- *Tratamiento con dosis de 0.4 kGy*

Tabla 19-3: Muestra irradiada con dosis de 0.4 kGy en *Fragaria Ananassa*.

Tratamiento con dosis de 0,4 kGy		
Organismos presentes	UFC/g	S.E
Aerobios	0	0
Mohos y levaduras	0	0
Salmonella	0	0
Escherichia Coli	0	0

Realizado por: Lema Fernanda, 2019

- *Tratamiento con dosis de 0.5 kGy*

Tabla 20-3: Muestra irradiada con dosis de 0.5 kGy en *Fragaria Ananassa*.

Tratamiento con dosis de 0,5 kGy		
Organismos presentes	UFC/g	S.E
Aerobios	0	0
Mohos y levaduras	0	0
Salmonella	0	0
Escherichia coli	0	0

Realizado por: Lema Fernanda, 2019

- Gráfica de eliminación de organismos de descomposición en *Fragaria Ananassa* con sus respectivas dosis de tratamiento

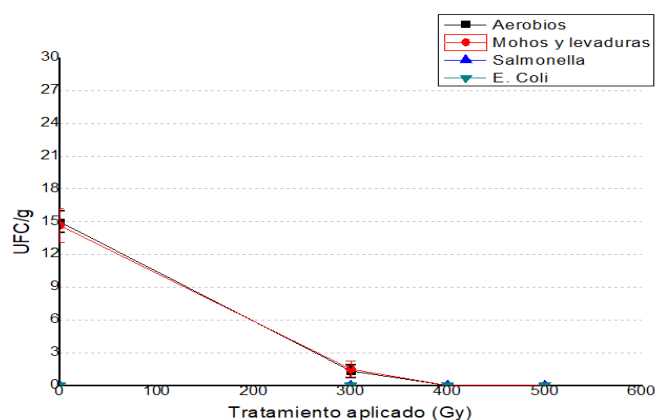


Gráfico 2-3: Eliminación de organismos en *Fragaria Ananassa* a diferentes dosis.

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019

Mediante la gráfica 2-3 se observa que, a una dosis de 0,5 kGy se eliminan todos los organismos de descomposición presentes en las muestras de *Fragaria Ananassa*.

3.1.12. Análisis bromatológico en *Rubus Glaucus Benth* posterior al tratamiento

- *Ceniza*

Tabla 21-3: Porcentaje de ceniza en *Rubus Glaucus Benth*.

Calidad	Alta		Media		Baja	
Dosis(kGy)	% Ceniza	S.E	% Ceniza	S.E	% Ceniza	S.E
0	0,62536919	0,06730684	0,61250196	0,05712945	0,61060033	0,05383803
0.3	0,58314794	0,08621744	0,57081361	0,05058945	0,58485453	0,08573916
0.4	0,56123742	0,06333367	0,56570969	0,05626848	0,55570676	0,04306032
0.5	0,48304296	0,03610225	0,48304296	0,03610225	0,48304296	0,03610225

Realizado por: Lema Fernanda, 2019

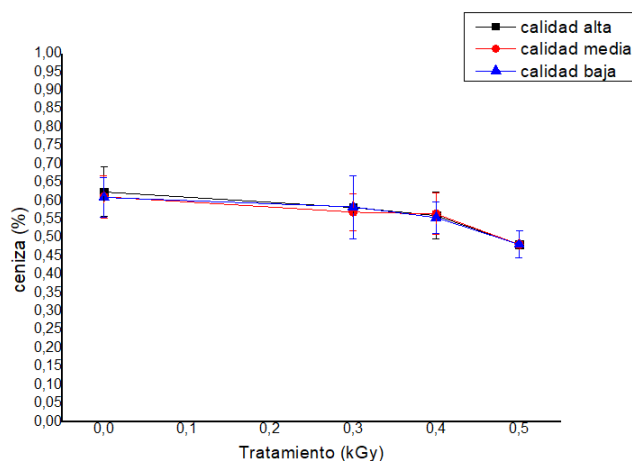


Gráfico 3-3: Porcentaje de ceniza en *Rubus Glaucus Benth*.

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019

- *Proteína*

Tabla 22-3: Porcentaje de proteína en *Rubus Glaucus Benth.*

Calidad	Alta		Media		Baja	
Dosis(kGy)	% Proteína	S.E	% Proteína	S.E	% Proteína	S.E
0	7,71919652	0,03715371	7,70203643	0,06748164	7,7039265	0,04215796
0.3	7,69728235	0,02864195	7,68025995	0,08937152	7,69892982	0,02864195
0.4	7,69262629	0,07635992	7,6730884	0,08319867	7,69262629	0,08469919
0.5	7,67624673	0,05048431	7,64470924	0,11892996	7,69245754	0,06909868

Realizado por: Lema Fernanda, 2019

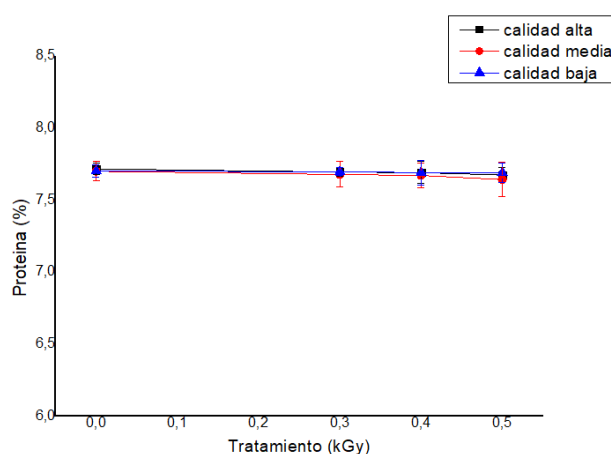


Gráfico 4-3: Porcentaje de proteína en *Rubus Glaucus Benth.*

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019

3.1.13. Análisis Complementario en *Rubus Glaucus Benth* posterior al tratamiento

- *Vitamina C*

Tabla 23-3: Porcentaje de Vitamina C en *Rubus Glaucus Benth.*

Calidad	Alta		Media		Baja	
Dosis(kGy)	% V.C	S.E	% V.C	S.E	% V.C	S.E
0	0,62536919	0,06730684	0,61250196	0,05712945	0,61060033	0,05383803

0.3	0,58314794	0,08621744	0,57081361	0,05058945	0,58485453	0,08573916
0.4	0,56123742	0,06333367	0,56570969	0,05626848	0,55570676	0,04306032
0.5	0,48304296	0,03610225	0,48304296	0,03610225	0,48304296	0,03610225

Realizado por: Lema Fernanda, 2019

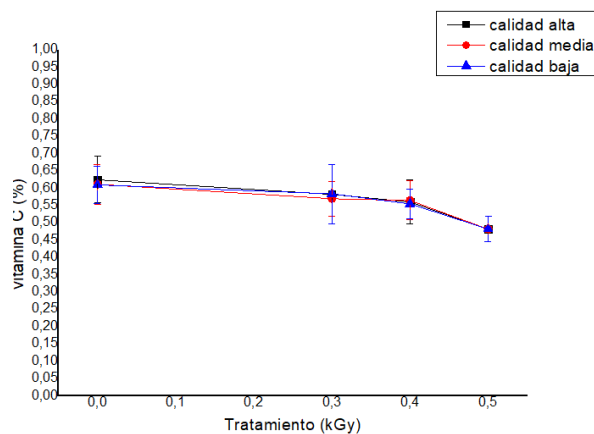


Gráfico 5-3: Porcentaje de Vitamina C en *Rubus Glaucus Benth.*

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019

- *Azúcares reductores totales (ART)*

Calidad	Alta		Media		Baja	
Dosis(kGy)	% ART	S.E	% ART	S.E	% ART	S.E
0	6,73171557	0,06071286	6,72032525	0,12175028	6,73589081	0,06791231
0.3	6,68676642	0,01397083	6,6948179	0,00699805	6,70589081	0,06791231
0.4	6,68001736	0,11473263	6,68015155	0,1205112	6,68390149	0,10869063
0.5	6,65766577	0,07221235	6,6414221	0,05855732	6,65554488	0,09275379

Tabla 24-3: Porcentaje de ART en *Rubus Glaucus Benth.*

Realizado por: Lema Fernanda, 2019

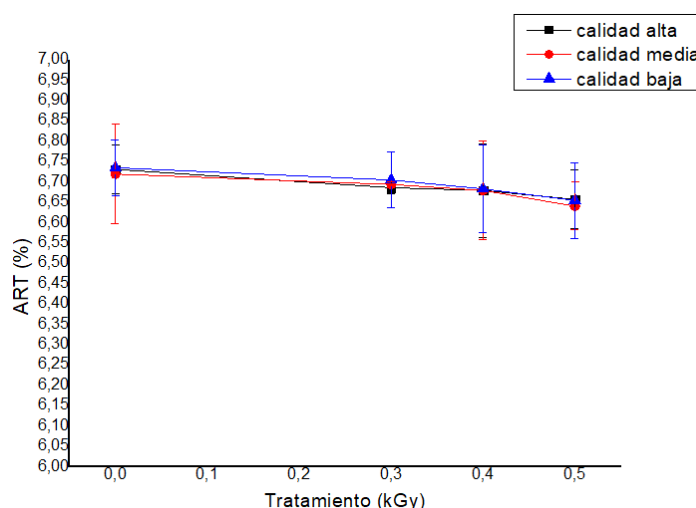


Gráfico 6-3: Porcentaje de ART en *Rubus Glaucus Benth.*

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019

En los análisis bromatológicos en *Rubus Glaucus Benth* no existen cambios significativos, sus valores se mantienen para; cenizas, proteínas, vitamina C y azúcares reductores totales. Para este análisis se realizó una selección de fruta, como son calidad alta en donde se encuentra la fruta grande, en calidad media se encuentra la fruta de mediano tamaño y para calidad baja tenemos a la fruta pequeña. Mediante la comparación de resultados no se encontró cambios por el tamaño de la fruta.

3.1.14. Análisis bromatológico en *Fragaria Ananassa* posterior al tratamiento

- *Ceniza*

Tabla 25-3: Porcentaje de ceniza en *Fragaria Ananassa*.

Calidad	Alta		Media		Baja	
	% Ceniza	S.E	% Ceniza	S.E	% Ceniza	S.E
0	0,38312387	0,02534877	0,38206258	0,00612392	0,38206258	0,00612392
0.3	0,37904914	0,0086169	0,37896407	0,00519628	0,37998021	0,00490889
0.4	0,36413293	0,02131838	0,36679126	0,01773996	0,36459174	0,00477029
0.5	0,35507549	0,01691345	0,35538391	0,04282929	0,35302888	0,00510724

Realizado por: Lema Fernanda, 2019

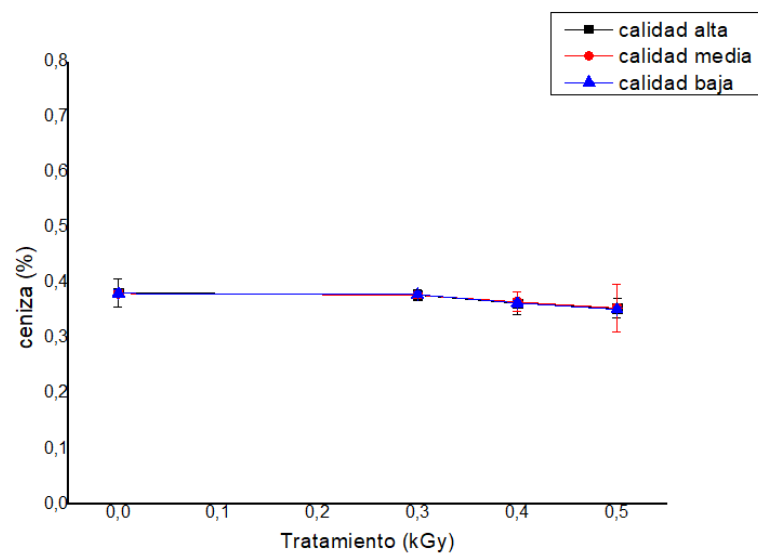


Gráfico 7-3: Porcentaje de ceniza en *Fragaria Ananassa*.

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019

- *Proteína*

Tabla 26-3: Porcentaje de proteína en *Fragaria Ananassa*.

Calidad	Alta		Media		Baja	
Dosis(kGy)	% Proteína	S.E	% Proteína	S.E	% Proteína	S.E
0	9,67866826	0,04447623	9,66798418	0,04367209	9,66767182	0,0455654
0.3	9,66798418	0,04367209	9,66798154	0,04280484	9,66671246	0,04390383
0.4	9,66230073	0,05364348	9,66735235	0,04507142	9,6405731	0,07651697
0.5	9,6405731	0,07651697	9,66703218	0,04445757	9,6405731	0,07651697

Realizado por: Lema Fernanda, 2019

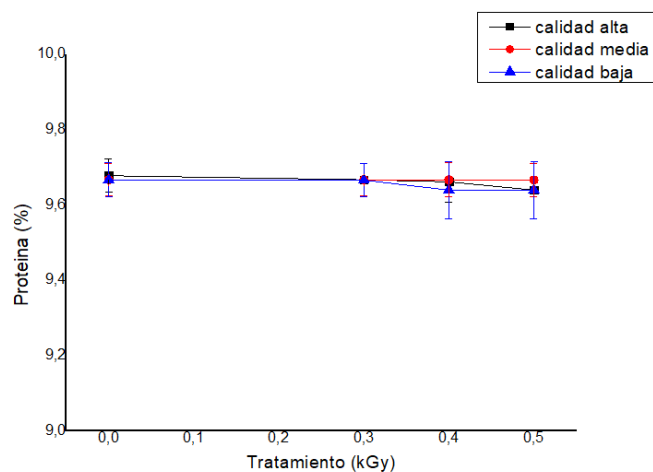


Gráfico 8-3: Porcentaje de proteína en *Fragaria Ananassa*.

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019

3.1.15. Análisis Complementario en *Fragaria Ananassa* posterior al tratamiento

- *Vitamina C*

Tabla 27-3: Porcentaje de Vitamina C en *Fragaria Ananassa*.

Calidad	Alta		Media		Baja	
	% V.C	S.E	% V.C	S.E	% V.C	S.E
0	5,70044444	0,08159884	5,70044444	0,08159884	5,70044444	0,08159884
0.3	5,60622222	0,08159884	5,60622222	0,21589023	5,60622222	0,08159884
0.4	5,55911111	0,16319768	5,55911111	0,08159884	5,55911111	0,08159884

0.5	5,46488889	0,14133333	5,46488889	0,16319768	5,46488889	0,08159884
-----	------------	------------	------------	------------	------------	------------

Realizado por: Lema Fernanda, 2019

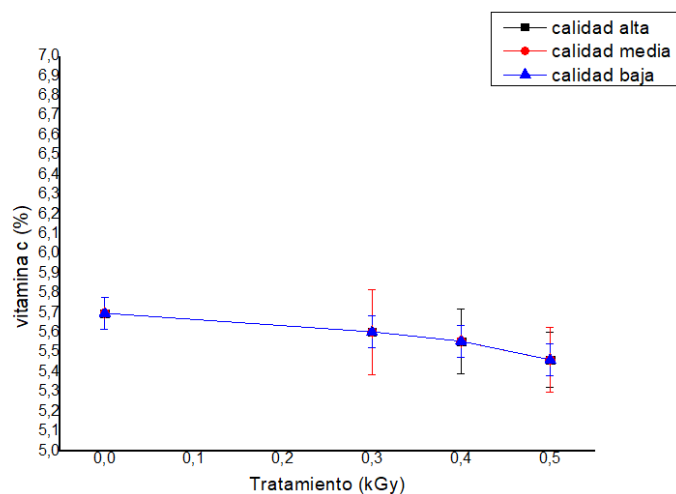


Gráfico 9-3: Porcentaje de Vitamina C en *Fragaria Ananassa*.

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019

- *Azúcares reductores totales (ART)*

Tabla 28-3: Porcentaje de Azúcares reductores totales en *Fragaria Ananassa*.

Calidad	Alta		Media		Baja	
Dosis(kGy)	% ART	S.E	% ART	S.E	% ART	S.E
0	11,1209927	0,05659797	11,1219927	0,05659797	11,1209927	0,05659797
0.3	11,1089994	0,03829853	11,1070386	0,0659417	11,0950386	0,0659417
0.4	11,1042999	0,03806863	11,1056914	0,0640596	11,1092894	0,06950902
0.5	11,0958015	0,01943905	11,0948479	0,06713886	11,1040662	0,05083865

Realizado por: Lema Fernanda, 2019

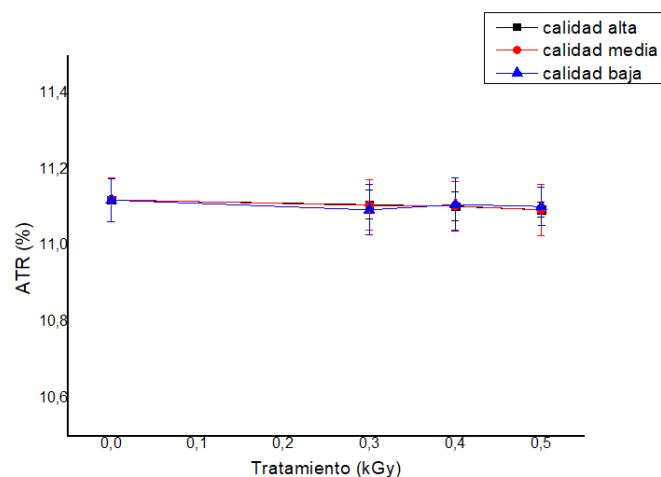


Gráfico 10-3: Porcentaje de Azúcares reductores totales en *Fragaria Ananassa*.

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019

En los análisis bromatológicos en *Fragaria Ananassa* no existen cambios significativos, sus valores se mantienen para; cenizas, proteínas, vitamina c y azúcares reductores totales. Para este análisis se realizó una selección de fruta, como son calidad alta en donde se encuentra la fruta grande, en calidad media se encuentra la fruta de mediano tamaño y para calidad baja tenemos a la fruta pequeña. Mediante la comparación de resultados no se encontró cambios por el tamaño de la fruta.

3.1.16. Análisis sensorial *Fragaria Ananassa*

Se realizaron análisis sensoriales en *Fragaria Ananassa* como sabor, olor y color con dosis de 0,3, 0,4 y 0,5 kGy, con su respectiva muestra control.

- *Sabor*

Tabla 29-3: Niveles de sabor en *Fragaria Ananassa*.

Dosis (kGy)	Dulce	Acido	Descomposición
0	2	1	11

0.3	3	2	9
0.4	4	2	7
0.5	8	2	4

Realizado por: Lema Fernanda, 2019

La muestra control de *Fragaria Ananassa* presenta un sabor dulce durante 2 días en el tercero y cuarto día presenta un sabor ácido mientras que en el cuarto día existe presencia de moho siendo así no apta para el consumo.

La muestra de *Fragaria Ananassa* con dosis de 0.3 kGy presenta un sabor dulce durante 3 días en el cuarto y quinto día presenta un sabor ácido mientras que en el sexto día existe presencia de moho siendo así no apta para el consumo.

La muestra de *Fragaria Ananassa* con dosis de 0.4 kGy presenta un sabor dulce durante 5 días en el sexto y séptimo día presenta un sabor ácido mientras que en el octavo día existe presencia de moho siendo así no apta para el consumo.

La muestra de *Fragaria Ananassa* con dosis de 0.5 kGy mantuvo un sabor dulce durante 8 días al décimo día presenta un sabor ácido mientras que en el 13avo día existe presencia de moho siendo así no apta para el consumo.

- Olor

Tabla 30-3: Niveles de olor en *Fragaria Ananassa*.

Dosis (kGy)	Agradable	Desagradable	Pútrido
0	3	3	8
0.3	4	2	8
0.4	5	3	6
0.5	9	3	2

Realizado por: Lema Fernanda, 2019

La muestra control de *Fragaria Ananassa* presento un olor agradable durante 3 días, en el tercero y quinto día presenta un olor desagradable, en el sexto día presenta un olor pútrido.

La muestra de *Fragaria Ananassa* con dosis de 0.3 kGy presenta un olor agradable durante 4 días en el quinto y sexto día presenta un olor desagradable mientras que en el sexto día existe un olor pútrido.

La muestra de *Fragaria Ananassa* con dosis de 0.4 kGy presenta un olor agradable durante 5 días, del sexto al octavo día presenta un olor desagradable mientras que en el octavo día existe un olor pútrido.

La muestra de *Fragaria Ananassa* con dosis de 0.5 kGy mantuvo un olor agradable durante 9 días al décimo al 13avo día tiene olor desagradable para el 14avo día presenta aun olor pútrido.

- *Color*

Tabla 31-3: Niveles de color en *Fragaria Ananassa*.

Dosis (kGy)	Normal	Blando	Descomposición
0	2	2	11
0.3	3	2	9
0.4	4	2	7
0.5	8	2	4

Realizado por: Lema Fernanda, 2019

La valoración visual permanece sin cambios por 8 días a una dosis de 0.5 kGy a comparación de la muestra control que solo se mantiene sin cambios por 2 días.

Mediante el análisis sensorial podemos se llega a especificar que la mejor dosis para alargar el tiempo de conservación de *Fragaria Ananassa* es de 0.5 kGy siendo así la dosis optima logrando conservar las muestras por 8 días a una temperatura ambiente.

3.1.17. Análisis sensorial *Rubus Glaucus Benth*

Se realizaron análisis sensoriales en *Rubus Glaucus Benth* como sabor, olor y color con dosis de 0.3, 0.4 y 0.5 kGy, con su respectiva muestra control.

- *Sabor*

Tabla 32-3: Niveles de sabor en *Rubus Glaucus Benth*.

Dosis (kGy)	Dulce	Acido	Descomposición
0	2	2	10
0.3	3	2	9
0.4	5	2	7
0.5	7	2	5

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019

La muestra control de *Rubus Glaucus Benth* presenta un sabor dulce durante 2 días en el tercero y cuarto día presenta un sabor ácido mientras que en el quinto día existe presencia de moho siendo así no apta para el consumo.

La muestra de *Rubus Glaucus Benth* con dosis de 0.3 kGy presenta un sabor dulce durante 3 días en el cuarto y quinto día presenta un sabor ácido mientras que en el séptimo día existe presencia de moho siendo así no apta para el consumo.

La muestra de *Rubus Glaucus Benth* con dosis de 0.4 kGy presenta un sabor dulce durante 5 días en el sexto y séptimo día presenta un sabor ácido mientras que en el octavo día existe presencia de moho siendo así no apta para el consumo.

La muestra de *Rubus Glaucus Benth* con dosis de 0.5 kGy mantuvo un sabor dulce durante 7 días al octavo día presenta un sabor ácido mientras que en el 13avo día existe presencia de moho siendo así no apta para el consumo.

- *Olor*

Tabla 33-3: Niveles de olor en *Rubus Glaucus Benth*.

Dosis (kGy)	Agradable	Desagradable	Pútrido
0	3	1	10
0.3	4	1	9
0.4	6	1	7
0.5	7	2	5

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019

Durante 7 días tuvo un olor característico de la fruta con el tratamiento de 0.5 kGy en referencia a la muestra control que solo tuvo un olor agradable por 3 días.

- *Color*

Tabla 34-3: Color en *Rubus Glaucus Benth.*

Dosis (kGy)	Normal	Blando	Descomposición
0	2	2	10
0.3	3	2	9
0.4	5	2	7
0.5	7	2	5

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019

En la valoración visual permanece sin cambios durante 7 días a una dosis de 0.5 kGy a comparación de la muestra control que solo se mantiene sin cambios por 2 días.

Mediante el análisis sensorial podemos se llega a la conclusión que la mejor dosis para alargar el tiempo de conservación de *Rubus Glaucus Benth* es de 0.5 kGy siendo así la dosis optima, a esta dosis se logró conservar las muestras durante 7 días a una temperatura ambiente.

3.2. Discusión de resultados

Para encontrar una dosis optima en la eliminación de organismos presentes en *Rubus Glaucus Benth* y *Fragaria Ananassa* se irradio con dosis de 0.3, 0.4 y 0.5 kGy respectivamente, como muestra control se utilizó muestras sin irradiar.

Tabla 35-3: Análisis microbiológicos en *Rubus Glaucus Benth.*

Dosis (kGy)	Aerobios	Mohos y levaduras	Salmonella	E. Coli
0	20	28	0	13
0.3	14	10	0	7
0.4	7	0	0	3
0.5	0	0	0	0

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2020

Inicialmente en la muestra control de *Rubus Glaucus Benth* existe presencia de aerobios con 20 UFC/g, mohos y levaduras con 28 UFC/g, Escherichia Coli con 13 UFC/g y ausencia de UFC/g para salmonella.

Las muestras irradiadas con 0.3 kGy presentan una reducción de 30% en aerobios, en mohos y levaduras existe una reducción del 64,29 % y una reducción del 46,15% para Escherichia Coli. Este tratamiento no es viable para la eliminación total de los organismos presentes en las muestras.

Muestras irradiadas con 0.4 kGy para aerobios se obtuvo una reducción de 65%, en mohos y levadura tenemos una reducción del 100%, Escherichia Coli tiene una reducción del 76,92%. En este tratamiento tenemos una respuesta positiva en la eliminación de mohos y levaduras su reducción es definitiva, además tiene un alto porcentaje de eliminación para aerobios y Escherichia Coli. Este tratamiento no es totalmente efectivo.

Para el tratamiento de 0.5 kGy, tenemos una reducción de 100% de los organismos presentes, este tratamiento elimina los organismos por completo.

Tabla 36-3: Análisis microbiológicos en *Fragaria Ananassa.*

Dosis (kGy)	Aerobios	Mohos y levaduras	Salmonella	E. Coli
0	15	15	0	0
0.3	1	2	0	0
0.4	0	0	0	0
0.5	0	0	0	0

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2020

Inicialmente la muestra control de *Fragaria Ananassa* revelo respuesta positiva para presencia de aerobios con 15 UFC/g, mohos y levaduras con 15 UFC/g, además ausencia de Escherichia Coli y salmonella.

Las muestras irradiadas con 0.3 kGy presentaron una reducción de un 91,13 % en aerobios, para mohos y levaduras existe una reducción del 89,76 %. Este tratamiento no es viable para la eliminación de los organismos.

Muestras irradiadas con 0.4 kGy para aerobios, mohos y levaduras se obtuvo una reducción de 100% este tratamiento es efectivo para la eliminación de los organismos.

Para el tratamiento de 0.5 kGy hubo ausencia de UFC/g de los organismos. En este tratamiento la eliminación de organismos es definitiva.

Mediante las respuestas del análisis microbiológico, la dosis óptima para eliminación de los organismos es de 0.5 kGy, esta dosis eliminó el 100 % de unidades de formación de colonia por gramo (UFC)/g en *Rubus Glaucus Benth* y *Fragaria Ananassa*.

Para los análisis bromatológicos de ceniza , proteína, azúcares reductores totales y vitamina C, el cambio de estas propiedades no fueron significativas, el documento publicado por la organización mundial de la salud y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, donde indica que los cambios no son significativos en su composición nutricional y sensorial, siempre y cuando no exceda la dosis estipulada para cada alimento por dicha organización (OMS, 1989).

En los análisis sensoriales se determinó que con una dosis de 0.5 kGy en *Fragaria Ananassa* se logró conservar por 9 días el producto sin refrigeración; en *Rubus Glaucus Benth* se conservó por 8 días logrando así encontrar una dosis adecuada para conservar el producto por más tiempo.

En el análisis físico no se notaron cambios significativos, en las muestras no varía el peso inicial con el peso tomado después de la irradiación. La organización mundial de la salud y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación indican que puede

haber cambios en el peso por deshidratación de las frutas y por condiciones ambientales como zonas de alta humedad. (OMS, 1989).

CONCLUSIONES

- En este trabajo de titulación se redujo por completo el número de organismos de descomposición del *Rubus Glaucus Benth* y *Fragaria Ananassa* producida en la Provincia de Chimborazo, aplicando una dosis de 0.5 kGy.

- Se establecieron características a partir de las muestras *Rubus Glaucus Benth* y *Fragaria Ananassa* realizando análisis; físicos, microbiológicos, bromatológicos y sensoriales, obteniendo así características de referencia para verificar si existen cambios en sus propiedades, después de realizar los tratamientos con las diferentes dosis, se determina que no presentan cambios significativos en sus propiedades físicas, bromatológicos y sensoriales.
- La dosis óptima para reducir el número de organismos de descomposición del *Rubus Glaucus Benth* y *Fragaria Ananassa*, fue de 0.5 kGy sin modificar sus propiedades iniciales.
- Se estableció las características del *Rubus Glaucus Benth* y *Fragaria Ananassa* mediante análisis físicos, microbiológicos, bromatológicos, complementarios y sensoriales luego de haber aplicado dosis de 0.3, 0.4, 0.5 kGy con el acelerador de electrones.
- No se determinó efectos negativos en *Rubus Glaucus Benth* y *Fragaria Ananassa* post irradiación ya que las muestras irradiadas no presentaron alteraciones en sus propiedades físico-químicas.
- Esta técnica es muy beneficiosa ya que no altera las propiedades físicas y químicas en el proceso de irradiación, este proceso también es denominado como una pasteurización en frío, además nos permite, aumentar el tiempo de stock de los productos de manera significativa.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda mantener a baja temperatura las muestras, esta investigación se realizó a temperatura ambiente, Es conocido que a bajas temperaturas las frutas se conservan durante más tiempo.
- Es recomendable no aumentar la dosis de 0.5 kGy, siendo esta suficiente para eliminar; aerobios, mohos y levaduras, Escherichia Coli y salmonella. Dosis superiores pueden causar quemaduras en *Rubus Glaucus Benth* y *Fragaria Ananassa* perdiendo su calidad de comercialización.
- Es recomendable realizar análisis bromatológicos, cuando se utilice dosis superiores para verificar que no existan cambios en sus propiedades físico-químicas.

GLOSARIO

Antocianinas: Son un grupo de pigmentos de color rojo, hidrosolubles, distribuidos en el reino vegetal (Propiedades funcionales de las antocianinas, 2011 pág. 16).

Dosis de radiación: Es la cantidad de radiación absorbida por los alimentos, la unidad de dosis según el sistema internacional es el Gray, esta dosis es controlada principalmente por el tiempo durante el cual los alimentos están expuestos a la radiación (Sendra, E., Capellas, M. y Guamis, B., 2001 pág. 144).

Gray: El Gray es una moderna unidad de dosis de radiación con la cual se mide la sensibilidad de los microorganismos a las radiaciones, se define como la absorción de un julio de energía de radiación por kilogramo de materia (1 julio/Kg) (Suárez, 2001 pág. 124).

Organolépticas: Son descripciones de las características físicas que tiene la materia en general como por ejemplo su sabor, color, olor, textura o temperatura (Ojeda, 2018).

Percibles: Son aquellos alimentos que comienzan una descomposición de forma sencilla, agentes como la temperatura, humedad o la presión son determinantes para que el alimento comience su deterioro (Daisy Gutiérrez Herrera, 2018).

Radapertización: Tratamiento de los alimentos con radiación ionizante hasta una dosis suficiente para reducir el nivel de microorganismos hasta niveles de esterilidad, de tal manera que no se detecte prácticamente ningún organismos en el alimento tratado (Suárez, 2001 pág. 88).

Radurización: Proceso de radiación ionizante usado para prolongar la vida de almacenamiento de un producto alimenticio (Suárez, 2001 pág. 88).

BIBLIOGRAFIA

MINISTERIO DE AGRICULTURA. Agrimundo. *Agrimundo*. [En línea] 20 de 12 de 2013. [Consultado: 28 de 10 de 28/10/2019.] <http://www.agrimundo.gob.cl/wp-content/uploads/Estudio-Aprocesados-terminado1.pdf>.

ALCANTARA, Nancy . Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. [En línea] 04 de 2015. [Consultado: 28 de 10 de 2019.] https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/47/087/47087234.pdf?r=1&r=1.

BEATTIE, Sam. 2010. Investigación y ciencia. *Investigación y ciencia*. [En línea] 05 de 2010. [Consultado: 28 de 10 de 2019.] <https://www.investigacionyciencia.es/files/12259.pdf>.

BENTHAM, George. EcuRED. *EcuRED*. [En línea] Plantas Haetwegianas imprimis, 16 de 07 de 2012. [Consultado: 24 de 07 de 20109.]

KIRSCHBAUM Daniel ; BORQUEZ Ana. Nutrición mineral de la frutilla. *Simpósio Nacional do Morango*. [En línea] 2012. [Consultado: 28 de 07 de 2019.]

AGUAY SAQUICARA ; CAROLINA DIANA. dspace.esPOCH. *dspace.esPOCH*. [En línea] 2017.[Consultado: 28 de 10 de 2019.] <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7814/1/86T00043.pdf>.

CODEX. alimentosargentinos. *alimentosargentinos*. [En línea] 1983. [Consultado: 29 de 10 de 2019.] http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/marco/Codex_Alimentarius/normativa/codex/stan/106-1983.PDF.

RESTREPO Jorge ; ARISTIZÁBAL Ivàn. *Conservation of strawberry (Fragaria x ananassa Duch cv. Camarosa) BY EDIBLE COATING APPLICATION OF SABILA GEL MUCILAGE (Aloe barbadensis Miller) AND CARNAUBA WAX. , Medellín - Colombia : Vitae, 2010, Vol. Vol.17. ISSN 0121 - 4004.*

DELGADO, Francisco. dspce.ucuenca. [En línea] 2012. [Consultado: 24 de 07 de 2019.] <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3074/1/mag129.pdf>.

ANTOINE Nicolas. Ecured. *ecured*. [En línea] Encyclopédie Méthodique, 31 de 10 de 2012. [Consultado: 28 de 07 de 2019.] https://www.ecured.cu/Fresa_de_huerto#Cosecha.

SANCHEZ Josè ; VILLARES Marlon & NIÑO Zulay. *Efecto del piso altitudinal sobre la calidad de mora (Rubus glaucus benth) en la región interandina del Ecuador. . 2018.* Guaranda-Ecuador : Idesia (Arica), 2018. ISSN 0718-3429.

FAO. Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias. *fao.org*. [En línea] 04 de 2003. [Consultado: 29 de 10 de 2019.] <http://www.fao.org/3/y4835s00.htm#Contents>.

FEANDALUCIA.. *Federacion de enseñanza de CC.OO. de Andalucía*. [En línea] 09 de 2009. [Consultado: 29 de 10 de 2019.] <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd5396.pdf>. ISSN: 4023.

FREIRE, Víctor. *ibdigital. ibdigital*. [En línea] 04 de 2012. [Consultado: 24 de 07 de 2019.] <https://ibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4609/1/CD-4242.pdf>.

GUTIÉRREZ, A ; CAMACHO, J. Bayer CropScience S.A. *Bayer CropScience S.A.* [En línea] 2009. [Consultado: 24 de 07 de 2019.] https://www.cropscience.bayer.co/~media/Bayer%20CropScience/Peruvian%20Country-Colombia-Internet/Pdf/Cartilla-FRESA_baja.ashx.

IAEA. COLECCION DE NORMAS DE SEGURIDAD DEL OIEA SSG-8. *GUIA DE SEGURIDAD ESPECIFICA*. [En línea] 12 de 2015. [Consultado: 28 de 10 de 2019.] ISSN 1020-5837.

INIAP. Ecuador Universitario.com. *Ecuador Universitario.com*. [En línea] 18 de 03 de 2013. [Consultado: 24 de 07 de 2019.] <https://ecuadoruniversitario.com/noticias/noticias-de-interes-general/iniap-presenta-resultados-de-tres-anos-de-investigacion-en-el-cultivo-de-mora/>.

GARCÍA José ; LÓPEZ Beatriz. Revista Ciencia . *Irradiación en alimentos*. [En línea] 06 de 2004. [Consultado: 29 de 10 de 2019.] https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/55_2/irradiacion_de_alimentos.pdf.

Oliveiraa, M. et al. *Evaluación del potencial de la radiación gamma como tratamiento de conservación para la fruta de mora*. . Santarem : Journal of Berry Research 3 (2013) 93-102, 2013.

MEJÍA, Paül. repositorio espe. *repositorio espe*. [En línea] 2011. [Consultado: 24 de 07 de 2019.] <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3863/1/T-ESPE-IASA%20I-004553.pdf>.

MONTALVO, Daniela. 2010. *ibdigital. ibdigital*. [En línea] 12 de 2010. [Consultado: 24 de 07 de 2019.] <https://ibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2653/1/CD-3336.pdf>.

FLÓREZ Rafael ; MORA ruth. *Fresa(Fragaria x Ananassa) Producción y manejo poscosecha*. Bogota- Colombia : Produmedios, 2010. ISBN.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN. ISO-14470. *FOOD PRODUCTS*. [En línea] 2014. [Consultado: 28 de 10 de 2019.]

NUTRINFO. Nutrinfo.com. *nutrinfo.com*. [En línea] 05 de 12 de 2000. [Consultado: 28 de 10 de 2019.] <https://www.um.es/lafem/Nutricion/DiscoLibro/07-Modificaciones/IrradiacionAlimentos.pdf>.

OIEA. *iaeafoodirradiation. Nuclear Technology & Applications*. [En línea] 06 de 04 de 2010. [Consultado: 29 de 07 de 2019.] <https://elearning.iaea.org/m2/course/index.php?categoryid=50>.

NUCLEAR TECHNOLOGY Y APPLICATIONS. *iaeafoodirradiation*. [En línea] 06 de 04 de 2010. [Consultado: 12 de 12 de 2019.] <http://bit.do/iaeafoodirradiation>.

OMS. La irradiación de alimentos. *La irradiación de alimentos*. [En línea] 1989. [Consultado: 25 de 10 de 2019.] https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/36940/9243542400_spa.pdf;jsessionid=47D1517E3C7C1DE6AB9CEC3775DAF037?sequence=1. ISBN 92 4 354 240 0.

ORTEGA, J. El País. *El País*. [En línea] 29 de 05 de 1992. [Consultado: 28 de 10 de 2019.] https://elpais.com/diario/1992/05/29/sociedad/707090409_850215.html.

VITERI Pablo. INIAP. *INIAP*. [En línea] 11 de 2016. [Consultado: 24 de 07 de 2019.] <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4878/1/iniapsc355.pdf>. ISBN.

PEREDA, Juan. aecosan. *aecosan*. [En línea] 22 de 09 de 2014. [Consultado: 18 de 11 de 2019.] <http://www.aecosan.msssi.gob.es>.

SISTEMA NACIONAL ARGENTINO DE VIGILANCIA Y MONITOREO DE PLAGAS. sinavimo. *Sistema Nacional Argentino de Vigilancia Y Monitoreo de Plagas*. [En línea] [Consultado: 24 de 07 de 2019.] <https://www.sinavimo.gov.ar/cultivo/fragaria-ananassa>.

PNBV. PNBV. *PNBV*. [En línea] 22 de 09 de 2017. [Consultado: 16 de 06 de 2019.] https://www.planificacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf.

MDCSN . Curso de supervisores de instalaciones Radiactivas.. [En línea] 2013. [Consultado: 28 de 10 de 2019.] http://csn.ciemat.es/MDCSN/recursos/ficheros_md/764096047_1572009112411.pdf.

TARTÉ Rodrigo. Preservación de alimentos por irradiación. *Preservación de alimentos por irradiación*. [En línea] 8 de 05 de 1998. [Consultado: 20 de 10 de 2019.] <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Tart1998-PreservacindeAlimentosporIrradiacin.pdf>.

RODRIGUEZ, Juan. 2004. Consumer. *Consumer*. [En línea] 3 de 11 de 2004. [Citado el: 28 de 10 de 2019.] <https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/tratamiento-de-alimentos-con-radiacion-ionizante.html>.

HUGO Victor ; SALAZAR Freire. bibdigital.epn.edu. *Escuela Politècnica Nacional*. [En línea] Abril de 2012. [Consultado: 24 de 07 de 2019.] <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4609/1/CD-4242.pdf>.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. apps. *apps*. [En línea] 1989. [Consultado: 28 de 10 de 2019.] https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/36940/9243542400_spa.pdf;jsessionid=47D1517E3C7C1DE6AB9CEC3775DAF037?sequence=1. ISBN 9243542400.

FRÍAS SÁNCHEZ Marcos Marcelo. dspace.uce. *dspace.uce*. [En línea] 23 de 08 de 2014. [Consultado: 28 de 10 de 2019.] <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6284/1/T-UCE-0008-P005.pdf>.

CAPELLAS, M. Arbor. *Arbor*. [En línea] 01 de 2001. [Consultado: 29 de 10 de 2019.] <http://arbor.revistas.csic.es>.

SERRANO CASTAÑEDA María del Pilar. *EFFECTO DE LA IRRADIACIÓN CON ELECTRONES EN HUEVOS FÉRTILES.* . México, D.F : s.n., 1995.

SUÁREZ, Rodrigo. 2001. INVENIO. [En línea] 06 de 2001. [consultado: 28 de 10 de 2019.] https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/27/005/27005237.pdf

UZCÁTEGUI, Hugo . bibdigital.epn.edu.ec. *bibdigital.epn.edu.ec.* [En línea] 10 de 2001. [Consultado: 19 de 11 de 2019.]

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/11649/1/T1964.pdf>.

MORILLO C et al. *Variabilidad interspecifica de duraznos(Prunus Pèrsica L. Batsch) y ciruelos(Prunus domestica) usando RAMs.* **pp.61-62.** 1, Bogotá - Colombia : Revista Colombiana de Biotecnología, 2015: pp.61-62, Vol. XVII. ISSN: 0123-3475.

VILLEGAS, Juan. Repositoy. *Universidad de la Salle.* [En línea] 08 de 2017. [Consultado: 28 de 07 de 2019.] http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21344/46132076_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

VITERI Pablo et al. Ecología para el desarrollo y crecimiento de la mora. *Ecología para el desarrollo y crecimiento de la mora.* [En línea] 08 de Noviembre de 2016. [Consultado: 10 de 11 de 2019.] <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4051>.

VIZCAÏNO, Diego. Inocuidad de alimentos. *agrocalidad.gob.ec.* [En línea] 06 de 04 de 2015. [Consultado: 24 de 07 de 2019.] <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/Guia-BPA-publicaciones/guia-hortalizas-y-verduras-04-10-2016.pdf>.

YUGCHA, Iza. [En línea] 04 de 2018. [Consultado: 24 de 07 de 2019.] <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15161/1/T-UCE-0004-A80-2018.pdf>.

ZARATE, Esthela . [En línea] junio de 2000. [Consultado: 4 de noviembre de 2019.] https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/31/043/31043181.pdf?r=1&fbclid=IwAR0K_i-amiMSfe7G9Hjg28DZkd5Jck0-3arC3-hRVjgtVgG01z-nv6Hwuog.

ANEXOS:

ANEXO A: RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE *RUBUS GLAUCUS BENTH* Y *FRAGARIA ANANASSA*.



Anexo 1A: Recolección de *Fragaria Ananassa*

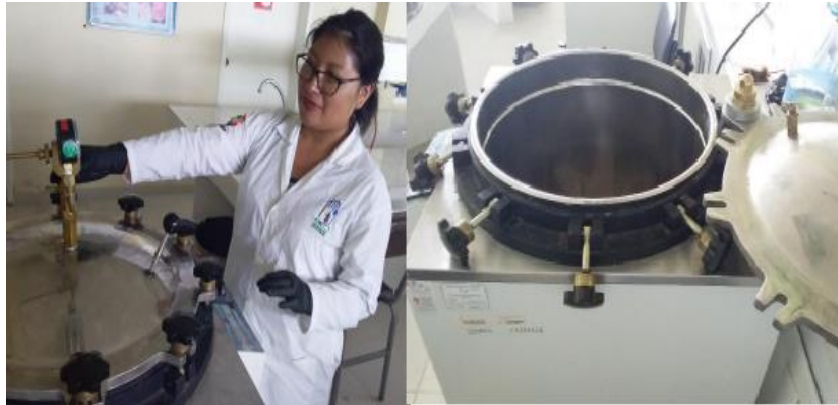
Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019



Anexo 2A: Recolección de *Rubus Glaucus Benth*

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019

ANEXO B. ESTERILIZACIÓN DE MATERIALES.



ANEXO 1B: Colocación y extracción de materiales en el equipo auto-clave.

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019.

ANEXO C. PREPARACIÓN DE LA DISOLUCIÓN Y CULTIVO DE AEROBIOS, MOHOS Y LEVADURAS; SALMONELLA, ECHERICHIA COLI.



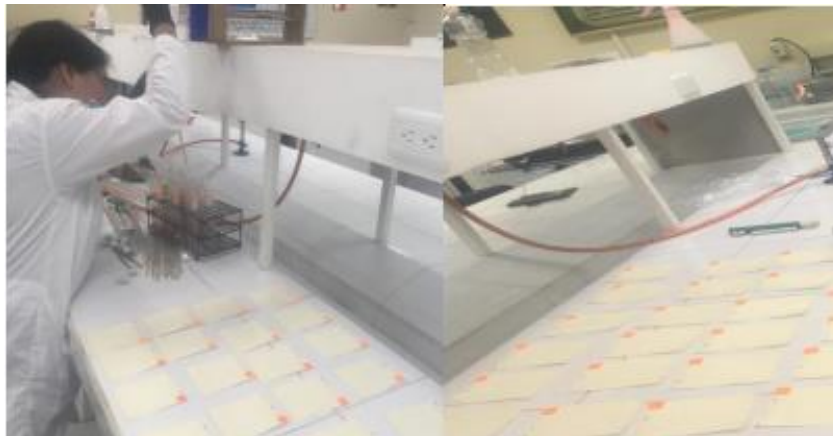
ANEXO 1C: Preparación de disolución 10^3

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019



ANEXO 2C: Placas Petri film

Realizado por: Cushquicullma Luis, 2019



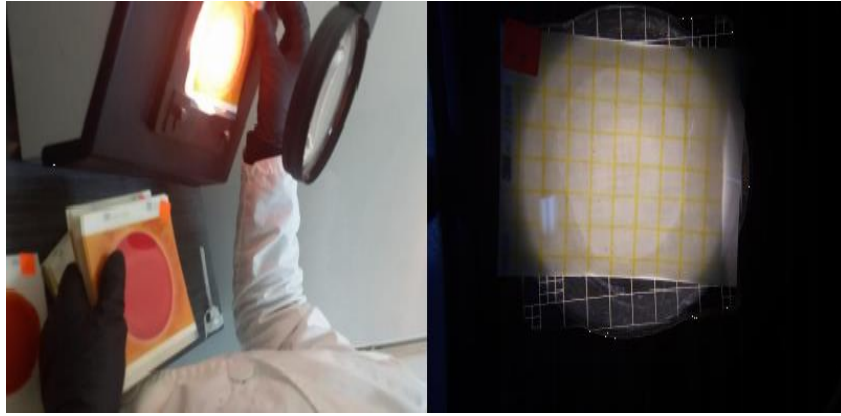
ANEXO 3C: Procedimiento para sembrar las placas Petri film.

Realizado por: Lema Fernanda, 2019



ANEXO 4C: Placas Petri film sembradas.

Realizado por: Lema Fernanda, 2019



ANEXO 5C: Conteo de UFC/g

Realizado por: Lema Fernanda, 2019

ANEXO D: ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS Y COMPLEMENTARIOS.



ANEXO 1D: Limpieza de muestras.

Realizado por: Lema Fernanda, 2019



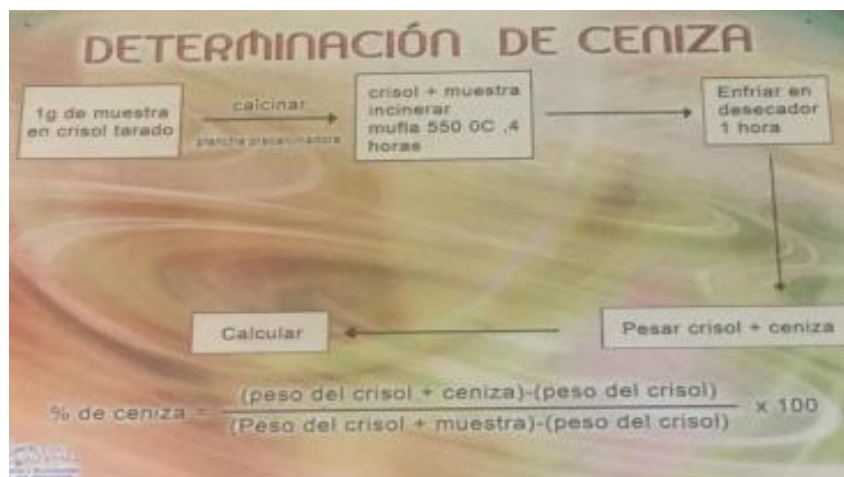
ANEXO 2D: Preparación de muestras para deshidratación.

Realizado por: Lema Fernanda, 2019



ANEXO 3D: Muestras deshidratadas.

Realizado por: Lema Fernanda, 2019



ANEXO 4D: Proceso para la determinación de ceniza.

Realizado por: Lema Fernanda, 2019



ANEXO 5D: Calcinación de muestras.

Realizado por: Lema Fernanda, 2019



ANEXO 6D: Muestras calcinadas en la mufla.

Realizado por: Lema Fernanda, 2019



ANEXO 7D: Proceso para la determinación de proteína.

Realizado por: Lema Fernanda, 2019



ANEXO 8D: Digestión de muestra.

Realizado por: Lema Fernanda, 2019



ANEXO 9D: Destilación de la muestra.

Realizado por: Lema Fernanda, 2019



ANEXO 10D: Titulación viraje a rosa pálido.

Realizado por: Lema Fernanda, 2019



ANEXO 11D: Preparación de sumo de las muestras para análisis complementarios

Realizado por: Lema Fernanda, 2019



ANEXO 12D: Determinación de azúcares reductores totales.

Realizado por: Lema Fernanda, 2019



ANEXO 13D: Determinación de vitamina C.

Realizado por: Lema Fernanda, 2019

ANEXO E: ANÁLISIS SENSORIALES



ANEXO 1E: Muestras testigo.

Realizado por: Lema Fernanda, 2019



ANEXO 2E: Muestras a los 7 días.

Realizado por: Lema Fernanda, 2019



ANEXO 3E: Muestras a los 7 días.

Realizado por: Lema Fernanda, 2019

ANEXO F: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN POR CALORIMETRÍA NETZSCH DSC 204 F1 PHOENIX

Instrument:	NETZSCH DSC 204 F1 Phoenix	Sample name:	CP
Project:		Sample Mass:	8.57 mg
Filename:	DC-OTI0159-2015 CP.ngb-sd7	Reference name:	
Sample identity:	DC-OTI0159-2015	Reference Mass:	0 mg
Date/Time:	08/05/2015 8:40:55	Reference Crucible Mass:	40 mg
End Date/Time:	08/05/2015 10:01:33	Material:	
Laboratory:	CIAP	Temp.Calib.:	Calibración marzo 2015.ngb-td7
Operator:	Iván Ch	Sensitivity:	Cal marzo 2012 entalpia.ngb-ed7
Mode:	DSC	Crucible:	Pan Al, open
Measurement Type:	Sample		

Remark:

Furnace:	Standard DSC 204F1	Furnace TC:	E
Sample carrier:	DSC 204F1 t-sensor	Sample TC:	E
Measurement End:	Normal end	Crucible Mass:	39.36 mg

Purge 2 MFC: NITROGEN Flow range: 250.0 ml/min predefined
Protective MFC: NITROGEN Flow range: 250.0 ml/min predefined

Start criteria

Reset after maximum standby time: No

List of temperature steps:

Num	Mode	Temp. °C	HR K/min	Acq.Rate pts/min	Duration hh:mm	STC	P2:N2	PG:N2	IC	BC
---	Stand-by heating	15.0	40.000			1	20.0	20.0	1	0
---	Stand-by isothermal	15.0			02:00	1	20.0	20.0	1	0
1	Dynamic	250.0	10.000	300.00	00:24	1	20.0	70.0	1	0
2	Dynamic	-40.0	10.000	300.00	00:29	1	20.0	70.0	1	0
3	Dynamic	250.0	10.000	300.00	00:29	1	20.0	70.0	1	0
---	Emergency	260.0					20.0	70.0	1	0
---	Final stand-by heating	20.0	40.000		00:05	1	20.0	70.0	1	0
---	Final stand-by isothermal	20.0			02:00	1	20.0	70.0	1	0

Fuente: NETZSCH DSC 204 F1 Phoenix



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**



**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS
PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN**

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 06/ Marzo / 2020

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
FERNANDA MARIBEL LEMA LONDO LUIS FERNANDO CUSHQUICULLMA COLCHA
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Biofísica
Título a optar: Biofísico
f. Analista de Biblioteca responsable: